بهجة المعرفة

موسوعة علمية مصورة









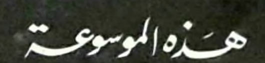
المجموعة الأولى

٢

الكون



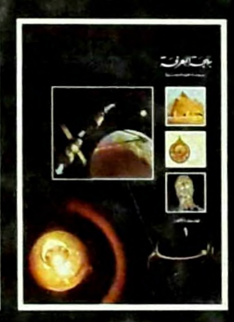
بهجة المعرفة
المجموعة الأولى
٢
الكون
الشركة العامة للنشر
والتوزيع والاعلان



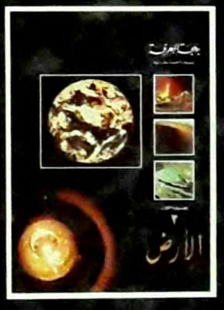
لأول مرة في لغتنا العربية.
لأول مرة في تاريخنا بأسره،
تصدر لدينا موسوعة مصورة
ومعدة فعلاً على مستوى العمل
الموسوعي.
لم يكن بوسعنا ان نتجاهل هذا النقص
في مكتبتنا العربية. ولم يكن
من خطتنا أن نوفيه بأي عمل لا يجاري
مستويات الموسوعات الحديثة
في اكثر لغات العالم تقدماً.
وقد أنفقنا بعض الوقت ونحن
نبحث جاهدين عما يدعى عادة باسم
"الحل الوسط"، لكن البحث نفسه
لم يعلمنا شيئاً سوى انه ليس ثمة
حل وسط لأداء أي عمل جدي.
فماذا فعلنا؟
سؤال بديهي حقاً، لكن اجابته
الصحيحة لا تقع في نطاق هذه
المقدمة وحدها أو هذا الكتاب
كله. انها تقع في عشرة مجلدات
تضم حوالى أربعة آلاف صفحة
وأكثر من عشرة آلاف صورة، وجهد
خمسمائة محرر ورسام طوال أربع
سنوات كاملة.

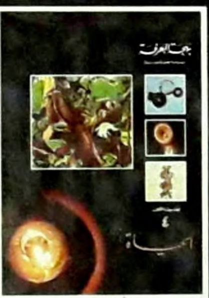
الصادق النيهوم

المجموعة الأولى











بسم الله الرحمن الرحيم

بهجة المعرفة

موسوعة علمية مصورة

الكون

المجموعة الأولى

٢



○

Derived from the Joy of Knowledge «TM» Services

The Publishers declare that an important part of the illustrations was derived from the I. V. R. Artwork Bank © 1974

ساهم في إعداد هذا المجلد :

ترجمة :

الدكتور خليل الجر
- دكتور بالفلسفة من جامعة السوربون
- عضو المجمع العام للفلاسفة الفرنسيين
- عميد كلية التربية في الجامعة اللبنانية

الدكتور ميخائيل كريدي
- دكتور بالفيزياء من جامعات الولايات المتحدة
- مدير كلية التربية في الجامعة اللبنانية

الدكتور رياض بدرو
- دكتور في الكيمياء من جامعات الولايات المتحدة
- استاذ في كلية التربية - الجامعة اللبنانية

مراجعة :

قسم تحرير الموسوعة



فهرس

تقنات علم الفلك

نظامنا الشمسي

الشمس

النجوم



المجرّات

خرائط النجوم

الانسان في الفضاء

متفرقات

« أقرأ أيضاً »

معجم مصطلحات علم الكون

هـذه الموسوعـة

لأول مرة في لغتنا العربية .

لأول مرة في تاريخنا بأسره ، تصدر عندنا موسوعة مصورة ومعدة فعلاً على مستوى العمل الموسوعي .

لم يكن بوسعنا أن نتجاهل هذا النقص في مكتبتنا العربية ، ولم يكن من خطتنا أن نوفيه بأي عمل لا يجاري مستويات الموسوعات الحديثة في اكثر لغات العالم تقدماً . وقد انفقنا بعض الوقت ونحن نبحث جاهدين عما يدعى عادة باسم « الحل الوسط » ، لكن البحث نفسه لم يعلّمنا شيئاً سوى أنه ليس ثمة حل وسط لأداء أي عمل جدي .

وذهبنا الى القمة .

اتصلنا بدور النشر شرقاً وغرباً ، وفحصنا اعمالهم بكل ما في حوزتنا من رغبة في التدقيق ، واخترنا أفضل ـ واحدث ـ عمل بينها ، ثم اندفعنا نفاوض على حقوق نشره في ملحمة مرهقة ، وغريبة بعض الشيء عن عالم منتجي الموسوعات في الغرب . فلم نكن نفاوض على الثمن ، بل على حقنا في تنقيح المادة ، وكان ذلك الطلب يدهشهم ـ احياناً ـ أكثر مما نتمنى .

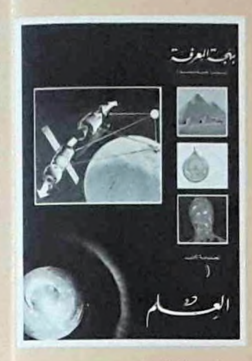
بالتدريج تعلمنا أن نشرح لهم موقفنا . بالتدريج بدأنا نقنعهم بأننا لا نريد أن ننقل عملهم الى اللغة العربية ، بل نريد ان نعدّ لانفسنا موسوعة عربية تخصنا ، وتعكس روحنا وبيئتنا وذوقنا ، وترى الاشياء من وجهة نظرنا ، اذا كان لا بد أن تراها من وجهة نظر أمة ما .

وتقبّلوا فكرتنا في دار ميتشل بيزلي ذات الدور الرائد في ابتكار الموسوعات المصورة ، وانفتح الباب الذي ظل مغلقاً طوال تاريخنا القديم والحديث على حد سواء ، وبدأنا بالعمل لتقديم اول انتاج موسوعي متكامل في لغتنا العربية ، بعد ان تقررت خطة التنفيذ خلال جلسة شبه عائلية بين ثلاثة من المسئولين عن التنفيذ .

في تلك الجلسة تقرر اولا اننا سنواجه مشكلة صعبة في نقل المصطلحات الى حد قد يدعونا احياناً الى استعمال الكلمة اللاتينية حرفياً . وبالنسبة لهذه النقطة ، كان الحل الوحيد لدينا هو أن نوكل الترجمة الى اساتذة جامعيين في المادة نفسها ، وليس فقط الى مجرد مترجمين ، في محاولة حافلة بالتوقعات لحمل الخبير العربي على مواجهة مشاكل لغته المعاصرة ، واشراكه في مسئولية البحث عن الكلمة الأفضل والاكثر قرباً الى روح ثقافتنا وشخصيتنا .

ابعد من ذلك لم يكن بوسعنا ـ ولم يكن من حقنا أصلاً ـ أن نمضي شبراً واحداً . فنحن لا نتصدى لكتابة لغة جديدة للعرب ، بل لتسجيل معلومات جديدة في لغتهم ، وهي اقصى مهمة تستطيع أية موسوعة أن تؤديها .

في تلك الجلسة تقرر أيضاً أن الترجمة على أي حال ليست هي وحدها كل المشكلة . فمنهج التحرير نفسه في تغطية مواد الموسوعة الانجليزية منهج لا يلبي جميع احتياجاتنا . أنه يهيء لنا مادة علمية ممتازة العرض والتنسيق في مجلدات « الكون » و « الأرض » و « الحياة » . لكن اهتماماته في مجلدات اخرى مثل « الانسان والمجتمع » ، و « مسيرة



من مواضيع المجلد :
- النظرية الذرية
- الحرارة والضوء والصورة
- الكهرباء
- الكيمياء . . .

الحضارة » ، لا تغطي كثيراً مما يهمنا نحن في الدرجة الأولى .

بالنسبة لهذه النقطة كان الحل لدينا هو أن نعيد اخراج الموسوعة بأسرها في مجموعتين : -

المجموعة الأولى موجهة لتغطية ميادين العلوم الطبيعية المعاصرة في المجلدات الخمسة التالية :

١) العلم
٢) الكون
٣) الأرض
٤) الحياة
٥) الاداة والآلة

وصفة هذه المجموعة انها تتعامل مع حقائق علمية مجردة . ودورنا فيها هو اننا



- علوم الفضاء
- المجموعة الشمسية
- النجوم وخرائط النجوم
- الانسان والفضاء . . .



- تركيب الارض
- البحار والمحيطات
- المناخ والطقس
- مصادر الغذاء والطاقة . . .



- كيف بدأت الحياة ؟
- النبات
- الحشرات والسمك
- الطيور والثدييات . . .



- وسائل النقل
- الاسلحة
- الهندسة
- الصناعات الكيميائية . . .

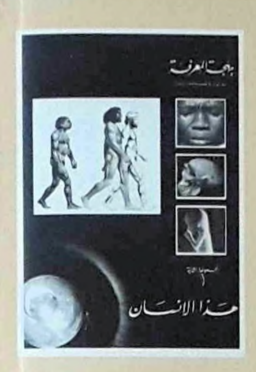
نقلنا جميع معلوماتها بأمانة ودقة . وما نتوقعه منها هو أن تسد الثغرة الهائلة - والشديدة الوضوح - في مكتبتنا العربية في ما يخص حقل المعرفة المصورة بالذات .

المجموعة الثانية موجهة لتغطية ميادين العلوم الانسانية في خمسة مجلدات اخرى هي :

١) هذا الانسان
٢) الانسان والمجتمع
٣) مسيرة الحضارة مجلد أول
٤) مسيرة الحضارة مجلد ثان
٥) مسيرة الحضارة مجلد ثالث

وصفة هذه المجموعة أن خطة تحريرها بحكم طبيعة العلوم الانسانية نفسها خطة لا يمكن اداؤها من جانبين مختلفين في وقت واحد . فمنهج المحرر الاوربي هو أن ينظر الى ميادين العلوم الانسانية في أوربا ، ويركز بحوث النص على قضايا المجتمع والتاريخ فيها ، مقابل أن يكتفي بتغطية شبه عامة لمعظم ما يقع خارج هذا الاطار . ومشكلتنا نحن في الطرف الاخر أن هذا المنهج يلزمنا بتفاصيل لا نحتاج اليها عن اوربا ، ويحرمنا معلومات اساسية نحتاج اليها اكثر عن مجتمعنا وتاريخنا وطبيعة قضايانا التي نتعامل معها . وكأن الأمر كله بالنسبة لنا مجرد دعوة للاختيار بين أن ننقل المجموعة الى اللغة العربية وبين ان نعدّ لانفسنا مجموعة عربية تخصنا .

هذه المرة لم تكن مشكلتنا ان نجد حلاً ، بل أن نتفق على اتخاذ قرار . وقد اعترانا التردد ، وارتفعت اصواتنا بعض الشيء ، ونحن نعدد لانفسنا انواع المصاعب والاحتمالات ، لكن ذلك فيما يبدو مجرد



من مواضيع المجلد :
ـ قصة التطور
ـ كيف يعمل جسدك وينمو ؟
ـ الصحة والمرض
ـ مراحل العمر المختلفة . . .

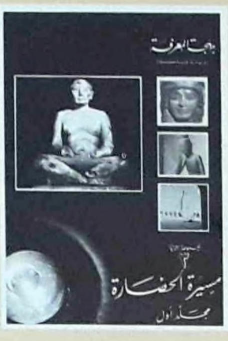
جزء متوقع من أية جلسة مخصصة لاتخاذ قرارات صعبة . فقد انتهى الأمر بيننا بالاتفاق على أي حال ، واتفقنا جميعاً على اختيار الطريق الأطول والأكثر تعقيداً .

رأينا أن نعيد توزيع النص . أن نتدخل لتنقيح المادة . أن نحذف . أن نضيف . ورأينا أن ذلك يعني في الواقع اننا سنعدُّ كثيراً من فصول هذه المجموعة بأنفسنا ، مما يتطلب بدوره أن نلتزم أيضاً بالمستوى الرفيع ـ والمبتكر ـ لاخراج النص في نسخته الاصلية . فماذا فعلنا ؟ قمنا بتقسيم مواد المجموعة الثانية الى ثلاثة اقسام :

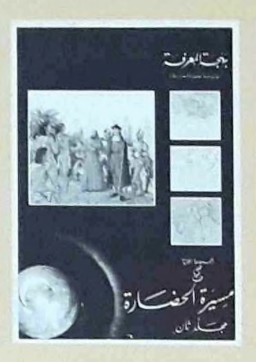
القسم الأول : دراسة علمية منفصلة من مجلدين ، احدهما يضم معظم المعلومات المتوفرة الآن عن الانسان وتطوره ، ووظائف اعضائه وتشريح



- عن الموت والحياة
- الانسان والدين
- السياسة
- القانون . . .



- نشأة المجتمعات
- امبراطوريات العالم القديم
- ظهور الاسلام
- المغول في بغداد . . .



- اوربا في القرن الرابع عشر
- اكتشاف امريكا
- العثمانيون
- مطلع عصر الاستعمار . . .



- استعمار العالم العربي
- الحرب العالمية الاولى
- حركات التحرير في العالم العربي
- الحرب العالمية الثانية . . .

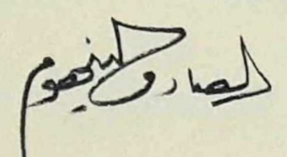
جسـده وصفاتـه ، ومشاكلـه العقليـة العامة . والآخـر يتعرض لموقع الانسـان في المجتمع ، والتركيبات الجماعية المعروفة في العالم ، وقضايا الشخصية والنمو العقلي . وفي هذا المجلد كان دورنا أن نساند معظم الدراسات الاصلية التي تركزت بحوثها على مجتمعات اخرى بدراسات جديدة عن مجتمعنا العربي ونوع قضاياه ذات الطابع المختلف . وقد بلغت حصيلة اضافاتنا مائة صفحة تقريباً مخصصة كلها لتحديد ابعاد الصورة الأخرى التي تسود مجتمعاتنا في العالم العربي .

القسم الثاني : دراسة تاريخية من مجلدين يعرضان قصة الحضارة منذ عصور ما قبل التاريخ الى نهاية العصور الحديثة . وفي هذا القسم تجاوزت اضافاتنا حدود المائة صفحة ، ووقع علينا عبء اعداد الفصول الخاصة بتاريخ الاسلام والعرب بالذات لتغطية النقص الظاهر في اصل الموسوعة .

القسم الثالث : دراسة للتاريخ المعاصر من مجلد واحد ، يتبعه في وقت لاحق اطلس تاريخي للوطن العربي . ومنذ بداية هذا القسم كنا قد افترقنا كثيراً عن النص الاجنبي ، وكنا نعرف على وجه اليقين اننا هذه المرة لا بد أن نعد معظم المادة بأنفسنا .

فلماذا فعلنا ؟

سؤال بديهي حقاً ، لكن اجابته الصحيحة لا تقع في نطاق هذه المقدمة وحدها او هذا الكتاب كله . انها تقع في عشرة مجلدات ، تضم اربعة الاف صفحة تقريباً ، وأكثر من عشرة آلاف صورة ، وجهد خمسمائة محرر ورسام طوال أربع سنوات كاملة .



خطة التحرير

كلمة موسوعة في اللغات الاوربية تعني تقريبا ما تعنيه كلمة « حلقة الدرس » في لغتنا . انها تجميع للمعارف طبقا لخطة اخراج خاصة من شأنها ان تضع حصيلة ضخمة من المعلومات بين يدي القارىء المتخصص والقارىء العادي على حد سواء .

ثمة خطتان لتحرير الموسوعات :

الاولى : ان تتبنى الموسوعة اسلوب التجميع حسب الحروف الابجدية ، وتعمل على تقسيم معلوماتها في خانات ترتبط بنوع الحرف وليس بطبيعة الموضوع . مشكلة هذه الخطة انها قائمة على تفكيك الوحدة الى فقرات مبتورة او مكررة ، مما يجعل الموسوعة نفسها مجرد قاموس مطول ، قد يرضي حاجة قارىء يبحث عن اجابة معينة لسؤال معين ، مثل « من هو قلب الاسد ؟ » ، او « متى عاش صلاح الدين ؟ » ، لكنه لا يسد حاجة من ينشد المعرفة الحقيقية بظروف هذين الرجلين وظروف العصر الذي شهد لقاءهما .

الخطة الاخرى : ان تتبنى الموسوعة اسلوب تجميع المعلومات حسب وحدة الموضوع ، بحيث تقدم عرضا شاملا له ، بغض النظر عن حروفه الابجدية . فالقارىء هنا لا يتلقى معلومات متفرقة عن قلب الاسد او صلاح الدين تحت حروف ابجدية متباعدة ، بل يشاهد حياتهما بمجملها وعصرهما بكامله ، ويتعرف على الظروف والاحداث التي احاطت بهما ، في عرض واحد مفصل تحت عنوان « الحروب الصليبية » .

ان هذه الخطة ، بكل ما تقتضيه من المحرر من مراعاة الشمول والدقة ، هي التي رأيناها جديرة بتحرير موسوعة كبرى مثل « بهجة المعرفة » .

بهجة المعرفة ؟ نعم ، فهذا الاسم بالذات ليس مجرد اختيار عابر من جانبنا ، بل هو المنهج ذاته المتبع في اعداد مواد الموسوعة وفي توزيعها ايضا .

لم نكترث للفكرة القائلة بان المعرفة التي تكتسب بيسر لا بد ان تكون معرفة سطحية أو غير نافعة . الواقع ان مثل هذا الزعم ليس خياليا وبعيدا عن مفهوم التربية فحسب ، بل انه مفسد ، اذ من شأنه ان يسد كل طريق ممكن الى المعرفة . لقد تعمدنا ان نتجاهله ، وصممنا على ان نمضي في الاتجاه الاخر ، عازمين على تأكيد ايماننا بان المعرفة في حد ذاتها هي اول لذات الحياة واكثرها اثارة للبهجة .

استعملنا الرسوم . استعملنا الجداول واللوحات والخرائط . اتجهنا لتطوير طريقة

عرض المادة بحيث يسقط الضوء على كل موضوع من ثلاث زوايا مختلفة في وقت واحد :

زاوية النص العام الذي يتولى مهمة شرح الموضوع وتحديد اطاره ؛ زاوية الصور التي تواكب فقرات النص بمثابة شروح او وثائق ؛ زاوية التعليق على الصور ، وهو نص آخر قائم بذاته ، لإضافة مزيد من المعلومات الى النص العام او شرح تفاصيله .

هذا المنهج في تغطية جميع وحدات الموضوع من عدة زوايا في وقت واحد هو الذي قاد المشرفين على اخراج الموسوعة في اللغة الانجليزية الى ابتكار نظامهم البارع - والمفيد - لتجميع كل موضوع على حدة في قطاع واحد من صفحتين .

نظام القطاع : اصطلاح « القطاع » يمثل هنا الوحدة الاساسية لجميع المجلدات ، وهو صفحتان في الاصل الاجنبي ، واربع صفحات في النسخة العربية ، نظراً لاختلاف حجم المجلد من جهة ، وصغر انماط الحرف اللاتيني من جهة اخرى .

كل قطاع يضم نصاً رئيسياً يقع في ٧٥٠ كلمة تقريبا على امتداد النصف العلوي من الصفحات الاربع ، تضاف اليه الصور والرسوم الملونة التي تغطي مع شروحها اكثر من نصف المساحة . وقد اخترنا للشروح اصغر نمط متاح للحرف العربي ، لكي نفسح مجالاً كافياً لحشد مزيد من التفاصيل ، دون ان تصبح القراءة صعبة او مرهقة .

نقل القطاع من اصله الاجنبي الى النسخة العربية تم بنجاح ، رغم الاختلاف الظاهر بين حجم المجلد في كلتا الموسوعتين . لقد التزمنا اصلا ، في القطاعات التي قررنا نقلها بحذافيرها الى اللغة العربية ، بنشر جميع الصور في احجامها الاصلية وجميع النصوص والشروح التي يضمها القطاع على اربع صفحات بدلاً من اثنتين .

لمن « بهجة المعرفة » ؟ في الدرجة الاولى نحن نتوجه الى القارىء المدرب الذي تلقى تعليماً منظماً يعادل - على الاقل - مرحلة التعليم الاعدادي . فقراءة موضوعات الموسوعة من دون المام بأوليات المعرفة قد لا تكون امراً مشوقاً . فيما عدا ذلك ، نعتبر « بهجة المعرفة » « حلقة درس » حقيقية مفتوحة فعلاً لجميع الاعمار .

لقد ضمنّاها ثلاثة مصادر للمعرفة ، تمثل مستويات المعارف المختلفة : مصدراً يعالج معلومات اساسية قد يحتاج اليها كل قارىء ، مثل المواد الخاصة بوظائف الجسم

وتربية الطفل وامور الصحة والمرض ؛ ومصدراً يعالج معلومات مفيدة وممتعة معا ، من شأنها ان تشد انتباه كل قارىء بين الاعدادي وبين الجامعة ، لأنها تهيىء له مرجعا علميا موثوقا به لجميع المعارف التي يتلقاها طوال سنوات دراسته ، مثل المواد الخاصة بالتاريخ والعلوم الطبيعية والرياضيات والفلك ؛ ثم مصدراً ثالثاً يعالج معلومات متخصصة لا يحتاج القارىء الى مطالعتها فقط ، بل الى مراجعتها ايضا بين حين وآخر ، بحثاً عن الحل او المشورة ، مثل المواد الخاصة باستعمال الالات او موضوعات غذاء الطفل ورعاية الحامل .

كيف تقرأ ؟ نظام القطاع مصمم خاصة لتحويل الموسوعة الى مكتبة امام كل قارىء لا يرتبط بمنهج بحث معين . انه يستطيع ان يقرأ كل كتاب على حدة ـ او حتى كل قطاع على حدة ـ ويستطيع ان يضمن لنفسه فيضاً زاخراً من المعلومات النافعة دون ان يخسر شيئاً من متعة التشويق والتباين . لكن نظام القطاع قد يقدم خدمة اكبر للقارىء المدرب الذي يستعمل الموسوعة طبقا لمناهج محددة في البحث .

فهذا القارىء ، سواء كان طالبا او باحثا متخصصا ، تمده الموسوعة بمرجع قريب وسهل التداول ، يكفيه مشقة البحث الطويل بين المصادر ، ويكفيه في الدرجة الاولى مشقة تجميع المصادر نفسها . كل ما يحتاج اليه هنا هو ان يراجع في « اقرأ ايضاً » ارقام صفحات القطاعات المترابطة في كل مجلد على حدة ، لكي يكتشف بنفسه ان كل قطاع يعمل تلقائياً بمثابة خلية واحدة في جسم واحد ، وان كل قطاع يقود الى الآخر في نسيج متواصل النمو والتشابك مثل المعرفة الحية نفسها .

كيف تبحث ؟ الخطوة الاولى ان تحدد لنفسك المجلد الذي يتعامل مع موضوعك . فما يخص الانسان مثلا تبحث عنه في « هذا الانسان » ، وما يخص الفضاء تبحث عنه في مجلد « الكون » . ومجلدات الموسوعة مقسمة عمدا الى مجموعتين لتسهيل هذه المهمة بالذات .

الخطوة الثانية ان ترجع ، في « هذا الانسان » مثلا ، الى الصفحة الثامنة عشرة ، حيث تجد خارطة مفصلة للكتاب ، تحدد لك اين تجد موضوعك ، وموقعه من المادة بأسرها . فاذا كنت تبحث عن امر يتعلق بالجهاز الهضمي مثلاً ، فسوف ترشدك الخارطة الى القسم الثاني المخصص للجسم البشري في بنيته وفي وظائفه . بعد ذلك ، كل ما تحتاج اليه هو ان تلقي نظره على فهرس المحتويات لكي تعرف الصفحة التي تحتوي على موضوعك .

الدكتور كريم عزقول

نظام القطاع

النص الرئيسي هو عرض لموضوع قائم بذاته ، من ٧٥٠ كلمة تقريباً ، يملأ الجزء الأعلى من صفحات القطاع الاربع .

الرسوم والصور هي رسوم وصور ومخططات ولوحات وجداول وخرائط تضفي طابعاً حسياً على تفاصيل الموضوع وتجسّده ماثلا امام عينيك .



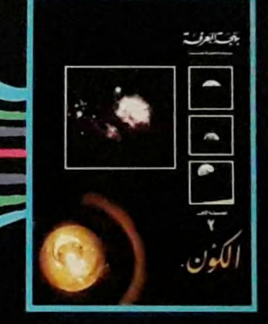
نموذج للقطاع بمختلف عناصره المتآزرة لجعل موضوع في المعرفة الشاملة العامة متكاملاً ومشوقاً وحياً .

الهوامش هي كلمات - عناوين لاجزاء الرسوم والصور او ارقام تدلك الى شروحها في التعليقات .

التعليقات هي شروح للرسوم والصور تستخرج معانيها وتوضح دقائقها وتزودك بمعلومات تفصيلية اضافية عن الموضوع .

اقرأ ايضاً هي قائمة بالابحاث التي تتناول نواحي اخرى من الموضوع ذاته والتي يمكنك مطالعتها في هذا المجلد . وقد افرد لها باب خاص في آخر المجلد .

خطة الكتاب



الأبعاد الفلكية

المراقب والمراصد الكبرى

الفلك غير المنظور

تطوّره

اعضاؤه

الشمس

أنواع المجرّات

مجرّتنا

المجرّات الاشعاعية والكوازارات

الكون المتمدّد

المنجزات الفضائية

استكشاف السيّارات القريبة

استكشاف السيّارات النائية

اقرأ ايضا : لائحة بقراءات اضافية لاستكمال كل قطاع

معجم مصطلحات علم الكون

صور الكواكب الثمانية والاربعين

مدخل *

أجهدت الاكتشافات الفلكية مخيّلة الانسان عبر الأجيال ۰ فالانتقال من فكرة أرض مسطحه الى كرة يمكن الدوران حولها بحراً كان دون شك في غاية الصعوبة ۰ في الواقع . لم تُشاهد كروية الأرض مباشرة ولم يقم الدليل الفوتوغرافي عليها الا في عصرنا هذا . وذلك بفضل الطائرات المحلّقة عاليا في الفضاء وأقمار الأرض الاصطناعية ۰ كذلك أحدثت . في القرنين السادس عشر والسابع عشر . الفكرة القائلة بأن الأرض ليست ثابتة في وسط الكون . اضطراباً هائلاً في الفكر البشري ۰ فأرسطو كان قد افترض . في القرن الرابع ق ۰ م ، أن الأرض ثابتة في وسط نظام الأجرام السماوية ؛ كما أن بطليموس . تبنّى فكرة أرسطو هذه في القرن الثاني بعد الميلاد . موضحاً أن كل سيار يتحرك في دائرة صغيرة (فلك تدوير) تنتقل بمركزها حول الأرض في مدار واسع (الدائرة الناقلة) ؛ وقد قبل علماء الفلك بهذه النظرية طوال ١٤ قرناً ۰

عندما نادى كوبرنيكوس . قبل ٥٠٠ سنة تقريباً . بأن الأرض تدور حول الشمس . صرخ لوثر قائلاً : « هذا المجنون سيقلب علم الفلك برمته رأسا على عقب ۰ ألم يقل الكتاب المقدس بأن الشمس وليست الأرض هي التي أمرها يشوع بالتوقف ؟ » فكوبرنيكوس كان قد كتب في عام ١٥٠٨ ، تعليقاً فلكياً قال فيه : « ما يبدو لنا من تحركات الشمس لا ينشأ عن حركتها هي . بل عن حركة الأرض » ۰ وهكذا دشنت نظريته حول مركزية الشمس (التي عرضها بتفصيل في كتابه الشهير « في دورات الأجرام السماوية » عام ١٥٤٣) مرحلة أساسية من مراحل تطور الفكر البشري ۰

كانت مهمة نظرية كوبرنيكوس انزال الأرض عن عرشها الثابت في وسط النظام الشمسي ۰ ثم جاء اختراع المرقب وتحسينه التدريجي . خلال القرون القليلة التالية . فأتجه اهتمام الانسان نحو النجوم ۰ لكن من غريب الأمور أنه . رغم انتشار نظرية كوبرنيكوس . ظل الاعتقاد سائداً . خلال ما يقرب من أربعة قرون . بأن الشمس والنظام الشمسي يشكّلان مركز الكون النجمي . الى أن أطل . بعد عام ١٩١٨ ، العقد الحاسم في تاريخ الفلك . اذ فيه قضت القياسات الفلكية نهائياً على اعتقاد الانسان بمكانه المركزي في وسط الكون ۰ فقد شاهدت هذه السنوات تقدما ثورياً في فهمنا لبنية مجرتنا . درب التبانة . ولتنظيم الكون الأوسع ۰ نشأ هذا الفهم الجديد عن اكتشاف طريقة لقياس مسافات النجوم البعيدة جداً عن النظام الشمسي ۰ كان من الممكن . حتى القرن الماضي . قياس مسافات النجوم القريبة بالطريقة المثلثية المباشرة ۰ لكن رغم اكتشاف التقنات الفوتوغرافية . لم تتناول هذه الطريقة . حتى

آخر القرن الغابر ، الا المسافات القريبة من ١٠٠ سنة ضوئية ، وهذا لم يسمح بتحديد سوى مسافات بضعة آلاف من النجوم .

غير أن ما أحدث تقدماً كبيراً في قياس المسافات ، تمّ على يد هنريتا ليفيت (١٨٦٨ ـ ١٩٢١) وهارلو شيبلي (١٨٨٥ ـ ١٩٧٢) في أوائل القرن الحالي ، وهو ما أدّى مباشرة الى تغيير أساسي في تقديرنا لقياسات الكون الواسعة .

درس شيبلي « النجوم المتغيّرة » في المجموعات الكروية . حتى عام ١٩١٨ ، وكان قد قاس مسافات ٢٥ جرما من أصل ١٠٠ جرم معروف من هذا النوع ، ووجد أنها على مسافات شاسعة من الشمس ، أي على بعد يتراوح بين ١٥٠٠٠ و ١٠٠٠٠٠ سنة ضوئية . ولما لاحظ أيضاً أن هذه المجموعات موزعة عبر السماء بدون انتظام ـ ثلثها محشود في جوار غيمة برج القوس ـ استنتج أن الشمس بعيدة جداً عن مركز نظام نجوم مجرة درب التبّانة .

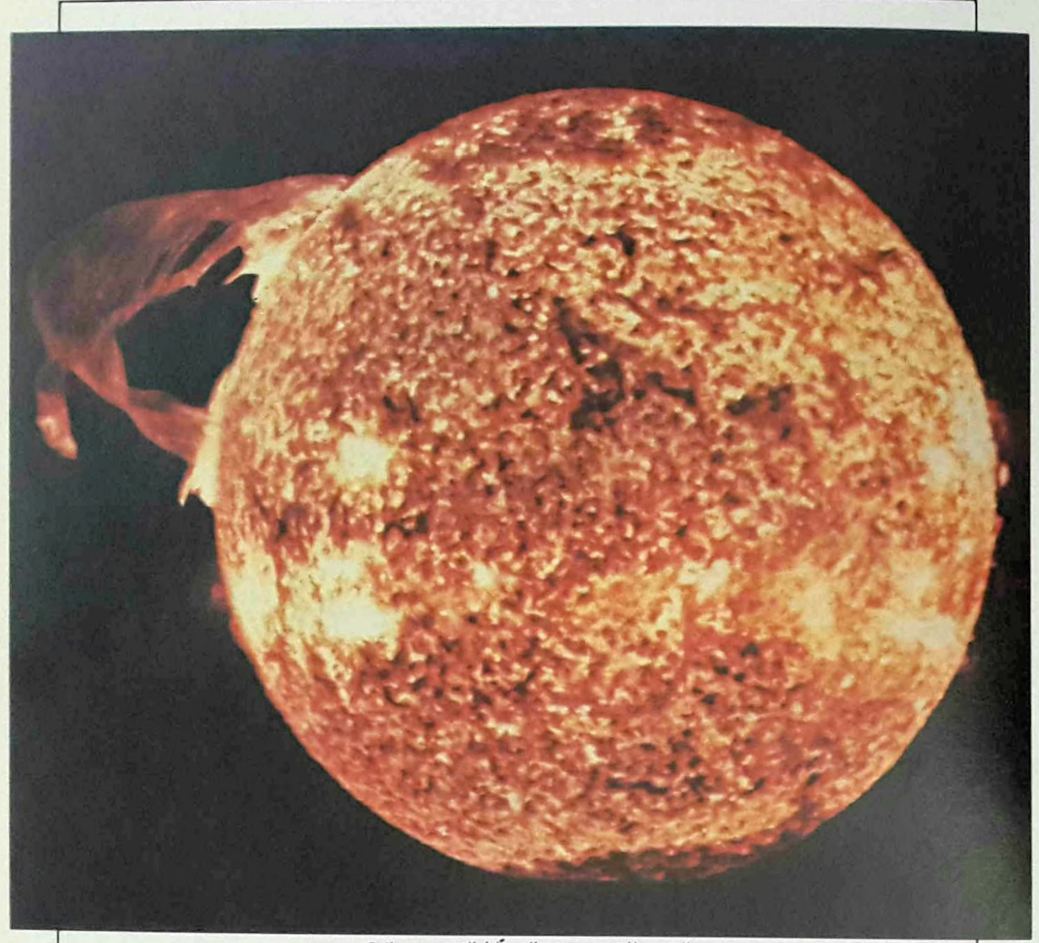
كان استنتاج شيبلي هذا الضربة القاضية على المفهوم الأنوي القديم لمكان الانسان في مركز الكون . فالمئة ألف مليون نجم في هذه المجرّة ليست مرتبة ترتيبا تماثلياً نحن في وسطه . أنها تقع في قرص مسطّح يمتدّ بعيدا الى مسافة ١٠٠٠٠٠ سنة ضوئية ، بينما تقع الشمس على بعد ٣٢٠٠٠ سنة ضوئية عن منطقته الوسطى . ثم سرعان ما أدت انجازات علماء الفلك الاشعاعي المعاصرة ، الذين تمكنوا من دراسة غاز الهيدروجين المحايد في درب التبّانة الى تكوين صورة نهائية عن بنيتها اللولبيّة . مع أن هذه القياسات أثارت عدة صعوبات جديدة ، فمن المسلم به اليوم أن هذه المجرة تدور وأذرعها تتدلى بشكل سائل لزج واننا ، لبعدنا عن مركزها ، ندور دورة واحدة فقط كل ٢٢٠ مليون سنة، بينما تتـم الدورة عند عشر هذه المدة تقريبا كل ٢٨ مليون سنة. كذلك اصبحنا نعلم ان الكتلة الكاملة للمجرة ، التي تساوي ٢ × ١٠^١١ شمساً ، ليس فيها من الغبار أو الغاز سوى حوالى ٢ ٪ ، وان القسم الأكبر من هذه الكمية الضئيلة (حوالى ٩٩ ٪) هو هيدروجين . لكن التوزيع غير المنتظم لهذا الغاز ، والاكتشاف الحديث لكميات ضئيلة من الجزيئات الأخرى المعقدة (بما فيها الماء) يثيران بعض المشكلات .

احدى الميزات ، التي تلفت النظر في بنية درب التبّانة ، هي أن الكتلة في المناطق الوسطى تتألف خصوصاً من نجوم حمراء قديمة ، وان الغاز لا يشكل ، على مدى ٢٠٠٠ سنة ضوئية ، سوى ١ ٪ تقريباً من الكتلة بكاملها . لكن هذه النسبة تختلف اختلافاً ملحوظاً في الأذرع اللولبية حيث تقع الشمس . فالنجوم هنا هي في معظمها حديثة وزرقاء ، ويشكل الغاز حوالى ٢٠ ٪ من الكتلة .

من المعتقد اليوم أن الارصاد المعاصرة للسُحُبَ الغازية في الأذرع اللولبية لمجرتنا توفر لنا دليلاً قوياً على أن نجوماً جديدة آخذة بالتكون في هذه السحب · فدراسة هذه السحب . التي قام بها علماء الفلك الاشعاعي باستعمال المراقب الراديوية ذات الموجات القصيرة جداً . قد أفضت الى نتائج كان لها معنى خاص · فذرّات الهيدروجين المحايد تبث خطاً طيفياً طول موجته ٢١ سم · على غرار ذلك . لوحظ أن لجزيئات مختلفة أخرى معالم الخط الطيفي المميزة · مع ذلك . لم يفكر أحد الى وقت قريب بامكان العثور على دليل يثبت وجود مثل هذه الجزيئات في فضاء ما بين النجوم · لكن في عام ١٩٦٣ اكتشفت مجموعة الهيدروكسيل . ثم في مدى ثلاث سنوات بعد عام ١٩٦٩ ، اكتشفت الخطوط الطيفية المميزة لخمس وعشرين مجموعة غيرها ·

منذ ذلك الحين . ازداد باستمرار عدد الجزيئات المعروفة في الفضاء . فنشأ من جرّاء ذلك علم جديد . هو علم الكيمياء الفلكية . كما أصبح قائماً على اساس علمي التفكير في أن يكون التطور العضوي قد حصل . لا في أرضنا . بل في مكان آخر من الفضاء ·

قياسات شيبلي للمجموعات الكروية عام ١٩١٨ ، التي سرعان ما أدت الى فهم جديد للمجرة . كما أدت في الوقت نفسه الى اثارة عدد ضخم من المشكلات الهائلة التي ما تزال بدون حل حتى اليوم . تشكل أحد الاكتشافين الرئيسيين خلال السنوات التي جاءت مباشرة بعد الحرب العالمية الأولى . أما الاكتشاف الثاني . فقد تم على يد ادوين هبّل (١٨٨٩ ـ ١٩٥٣) · كان مرقب جبل ولسن البالغ قطره ٢٥٤ سم قد أصبح انذاك جاهزاً للاستعمال . فاستعان به هبّل للإتيان بأول دليل نهائي على أن مجرتنا لا تشمل الكون برمته · بقي الفلكيون قبله . طوال قرن كامل . يتساءلون هل بعض الاشياء السديمية المرئية في الفضاء يمكن أن تكون أنظمة نجمية مستقلة واقعة بالقرب من مجرتنا · فجاء قياس هبّل للمسافات بواسطة متغيّرات النجوم يعطي الجواب الشافي · ففي عام ١٩٢٦ ، نشر هبّل النتائج التي توصل اليها حول ٤٠٠ نظام كان قد قاس فيها تغيرات الضوء لدى متغيرات النجوم . فأثبتت هذه النتائج أن ثلث النجوم تقع على مسافات بعيدة جداً عن مجرتنا · يشكّل برهان هبّل على أن هذه الأنظمة النجمية واقعة خارج المجرة ومستقلة عنها حدثاً رئيسياً في تاريخ علم الفلك · كذلك أيضاً كانت خطيرة النتائج الملاحظات التي نشرها حول العلاقة بين مسافات هذه الأنظمة وظاهرة زيحان خطوطها الطيفية باتجاه النهاية الحمراء للطيف · فقد اثبت . استناداً الى تفسيره للزيحانات الحمراء على أنها من نوع ظاهرة



الشمس المتقدة : يمتد الشواظ الشمسي مسافة ٤٠٠٠٠٠ كلم (٢٥٠٠٠٠ ميل) في الفضاء .

دوبلر ، أن سرعة الانحسار تزداد خطياً مع المسافة . وبذلك وضع الاساس الاختباري للاعتقاد بتمدد الكون تمدّداً واسع النطاق .

نشر هبّل هذه الملاحظات وهو يعتقد أنه أصبح بالامكان . بفضل حساسية مرقب جبل ولسن . التوغّل داخل الفضاء الى مسافة ١٤٠ مليون سنة ضوئية . وهي مسافة تحتوي على مليوني نظام خارج مجرتنا . وان سرعة الانحسار عند هذه الحدود تبلغ ٣٠٠٠ كلم في الثانية . لكن النتائج التي نشرت عام ١٩٧٥ ، والتي تم الحصول عليها بواسطة المرقب الانجلو استرالي الجديد في سايدنغ سبرنغ نيوسوث ويلز في

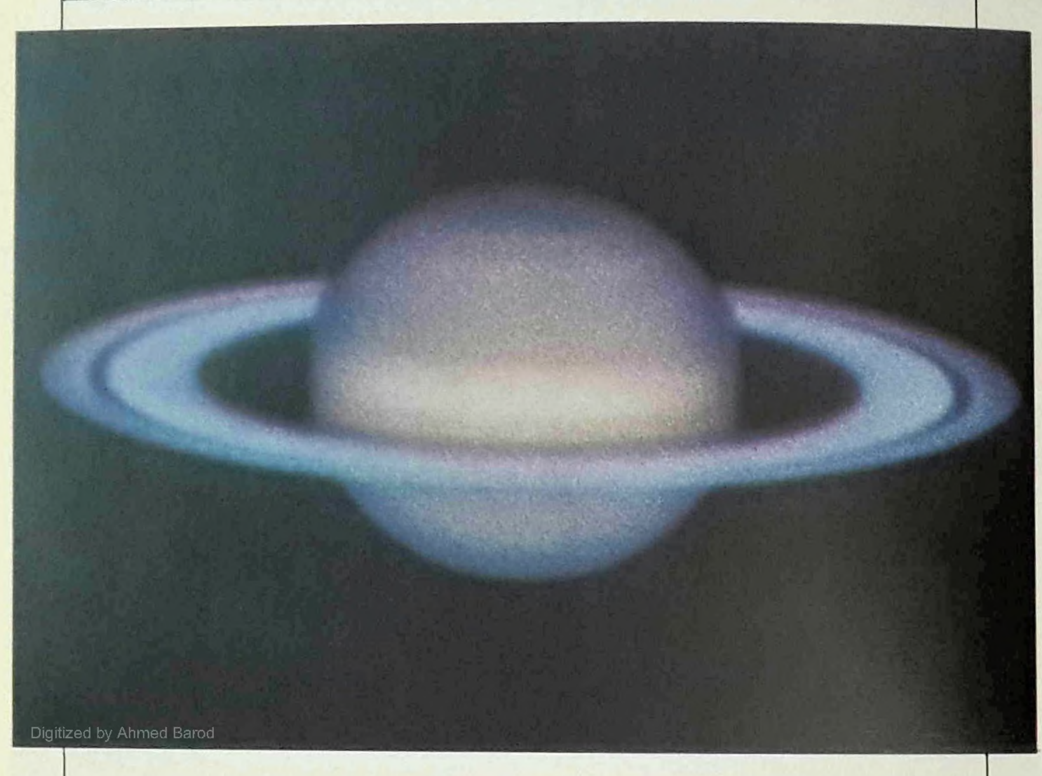
استراليا، جاءت تشير الى أنظمة هي أكثر شحوباً بخمسة أقدار على الأقل من أجرام هبَل الاكثر شحوبا . يقدَر اليوم عدد الاجسام التي تمكن مراقبتها خارج مجرتنا بـ ١٠٠ مليون .

رأى هبَل أن السدم الموجودة خارج درب التبّانة كانت في الأصل نوعين ؛ نوع المجرات الكرويّة والاهليلجية ذات البنية الضعيفة أو العديمة البنية . وهي تشمل حوالى خمس السدم التي قاسها ؛ أما البقية التي تشكل النوع الثاني ، فقد صنَفها ، باستثناء نسبة مئوية ضئيلة من السدم غير المنتظمة ، كمجرّات لولبية ، معتقداً أن ثمة تطوراً من الشكل الاهليلجي الى الشكل اللولبي . لكن الشكوك حول هذا التعاقب التطوري نشأت عندما أخذ يتبين أن النجوم في المجرات الاهليلجية قديمة في أكثريتها ، بينما تقع النجوم الحديثة في أذرع المجرات اللولبية .
ثم جاءت الاكتشافات، التي تمّت بواسطة المراقب الراديوية منذ عام ١٩٥٠ ، فقضت نهائياً على الاعتقاد بأي تعاقب واضح منظم من هذا النوع .

بدأ هذا العهد الجديد المربك عام ١٩٥١ ، عندما تمّت المقابلة العلمية بين مصدر اشعاعي قوي لوحظ في كوكبة الدجاجة وبين صورة فوتوغرافية غريبة المنظر أخذت بواسطة مرقب جبل بالومار (٥٠٨ سم) . فقد أشارت قياسات زيحان الخط الأحمر على هذا الشيء الباهت الى أن بعده يبلغ ٧٠٠ مليون سنة ضوئية ، كما أن الطبيعة المزدوجة للصورة أوحت بوجود مجرتين متصادمتين . لكن مع الاكتشاف السريع للمزيد من أجسام من هذا النوع ، عرفت فيما بعد أنها مجرات اشعاعية ، وبعد التحقق من الكميات الهائلة من الطاقة التي تقتضيها ، ما لبث العلماء ان تخلّوا عن فكرة التصادم . فالكثير من المجرات الاشعاعية بدت مكونة من مركزين قويين للبث ، يجعلان الصورة البصرية متراكبة ، مما من شأنه ان يوحي بأن أحداثاً ممزقة عنيفة قد حصلت في نواة المجرة . ساعدت قوة الاشارات الاشعاعية الصادرة عن هذه المجرات الاشعاعية على تعيين هوية عدد متزايد من الاجرام البعيدة . وفي عام ١٩٥٩ ، دخل البحث الفلكي مرحلة مهمة ، وذلك عندما تم ، اشعاعياً وبصرياً ، تعيين هوية مجرة في كوكبة العوّاء .

أدت محاولة العثور على أجرام يفوق بعدها هذه المسافة الى اكتشاف مذهل ؛ فبعض الأجرام التي كان يعتقد ، نظراً لخصائصها الاشعاعية ، أنها تفوق هذه المسافات بعداً ، ظهرت عام ١٩٦٠ أنها تتطابق مع صور فوتوغرافية ذات مظهر شبه نجمي .

نحن لم نفهم بعد كيف تولّد الكازارات انتاجها الضخم من الطاقة ، لاسيما وان الطاقة في كثير منها تبدو منبعثة من أجسام في الفضاء غاية في الصغر بالمقاييس الفلكية . كذلك لا



زحل ـ ثاني السيارات الكبرى ، وهو خفيف الى درجة أن بإمكانه أن يطفو على سطح أوقيانوس أرضي .

يزال الجدل مستمراً حول مشكلة انهيار الجاذبية ووجود مادة مفرطة الكثافة في نوى الكازارات . لكن مهما يكن من أمر ، فما يلفت النظر اليوم هو أن المجرات الاشعاعية والكازارات ، التي كانت فوق تصور الخيال عندما أثبت هبّل وجود أجرام خارج المجرة ، قد اصبح لها دور بالغ الأهمية في محاولاتنا لفهم الكون على حقيقته .

يبدو أن معدل تمدد الكون الذي تمت ملاحظته يستوجب ان تكون المادة الأولية قبل ١٠٠٠٠ مليون سنة قد وجدت في حالة متكثفة جداً . اذا صح ذلك ، تصبح امكانية دراسة الكازارات (بالعودة الى زمان يربو على ثلاثة أرباع الزمن الذي مضى منذ بدء التمدد) عاملاً باعثاً للأمل في أن بداية تاريخ الكون ستنكشف لنا . بالواقع أدت المحاولات لتفسير هذه المعطيات ضمن اطار كوني الى جدال عنيف ، لاسيما بين أنصار تطور الكون وأنصار بقائه على حاله . غير أن دليلاً واضحاً ، وقد يكون حاسماً ، جاء بصورة غير منتظرة من مصدر آخر . ففي عام ١٩٦٥ ، فيما كان العلماء ،



نسق السماء : سديم دمبلَ في كوكبة الثعيلب مأخوذ بواسطة تلسكوب جبل بالومار الذى قطره ٥٠,٨ سم (٢٠٠ انش)

في مختبرات شركة بلْ للهاتف في نيوجرزي بالولايات المتحدة، ينجزون معدّات مصمّمة لروائز المواصلات الهاتفية، مستعملين المنطاد التابع الامريكي. وجدوا أن الاشارات الواردة

من الفضاء تفوق مائة ضعف مستوى الصوت الذي كانوا يتوقعونه. وان هذه الاشارات متماثلة من جميع أنحاء الفضاء. ثم جاءت تجارب أخرى عدة، أجريت بواسطة المَراقب الراديوية

والمعدات العاملة على ارتفاعات شاهقة، تثبت ادعائهم بأن تلك الاشارات هي اشعاع باق من حالة الكون البدائية الكثيفة الحارة التي كانت سائدة قبل ١٠٠٠٠ مليون سنة.

هكذا يبدو أن لدينا الآن ما ينبئنا مباشرة عن حالة الكون بعد ثوان قليلة فقط من بدء تمدده، عندما كانت حرارة المادة البدائية تبلغ آلاف الملايين من الدرجات. وقد تضمنت نظرية النسبية لأينشتين عام ١٩١٥ امكان تطور الكون انطلاقاً من حالة بدائية كثيفة. غير أن الادلة المعاصرة على هذه الحالة البدائية، وهي أدلة قائمة على الملاحظة، تثير مشكلة شائكة. فصعوبة حل المعادلات، القائمة على الافتراض أن الكون في الوقت صفر كان ذا أبعاد متناهية في الصغر وكثافة لا متناهية في الشدة، كانت كثيراً ما تفسر بأنها صعوبة رياضية ناشئة عن اعتبار الكون متماثلاً. لكن قياسات الاشعاع المتبقّي منذ القدم تدل الآن على أن الكون يتمتع حقيقة بدرجة مرتفعة من التماثل.

من الاسئلة الشائكة الأخرى التي تجابه علماء الفلك اليوم، هل سيتابع الكون تمدده الى ما لا نهاية له، أم أنه سينهار أخيراً على ذاته، عائداً مرة أخرى الى حالة من حالات التكثّف الشديد؟ لا بد من اجراء اختبارات واضحة مبنية على الملاحظة للتمكن من الاجابة على هذا السؤال. يجب أن نعرف مثلاً هل، في المسافات الشاسعة، تستمر العلاقة الخطية الصرف بين الزيحان الأحمر والمسافة أم تزول؟ وهل كثافة الكون أكثر أو أقل من ٢ × ١٠^-٢٩^ غرام في السنتمتر المكعب؟ فاذا كانت أكثر، فقوى الجذب ستتغلب في النهاية على قوى التمدد وينهار الكون. ان هذه الانواع من القياسات مشحونة بالصعوبات التي لم يتم التغلب عليها حتى الآن، وتقناتنا الجاهزة لا تسمح لنا بعد بالحصول على الجواب النهائي على هذه الاسئلة.

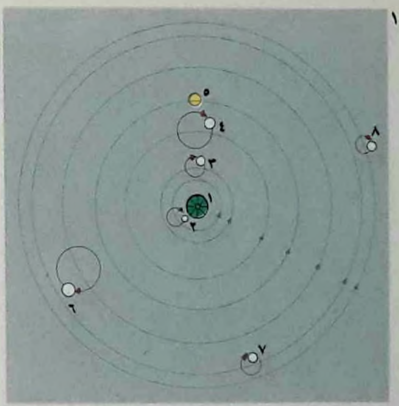
يعود الفضل في تحقيق التقدم الهائل في معرفتنا للكون الى قدرتنا على دراسته على مدى واسع من الطيف. حصل أول تقدم كبير بعد الحرب العالمية الثانية مباشرة، عندما ظهرت تقنات علم الفلك الاشعاعي الحديثة. بعدئذ بدأ عهد جديد مع اطلاق سبوتنيك عام ١٩٥٧، عندما اصبح بالامكان ارسال أدوات علمية الى الفضاء، مما جنّب المشكلات التي يثيرها الامتصاص في جو الأرض. أخيراً فتح الباب الآن على مصراعيه لدراسة الطيف بكامله، بما فيه الأشعة السينية وأشعة غمّا والموجات اللاسلكية الطويلة. بالرغم من كل ذلك، تبقى أمامنا حقيقة واحدة لا مفر منها، وهي أن معرفتنا للكون في المستقبل ولجميع الاجزاء التي يتركب منها ستتغير باستمرار، كما تغيرت في الماضي على مرّ القرون الغابرة.

أفلاك لا تهدأ

علم الفلك أقدم العلوم قاطبة . فمنذ بدء التاريخ ، افترض الناس ـ وقد دام هذا الافتراض طويلا ـ ان الارض مسطحة ساكنة في وسط الكون وان السماء بكليتها تدور حولها مرة كل ٢٤ ساعة . غير أنهم لاحظوا في مرحلة مبكرة ، ان لكثير من الاجرام السماوية حركاتها الخاصة عبر الفضاء .

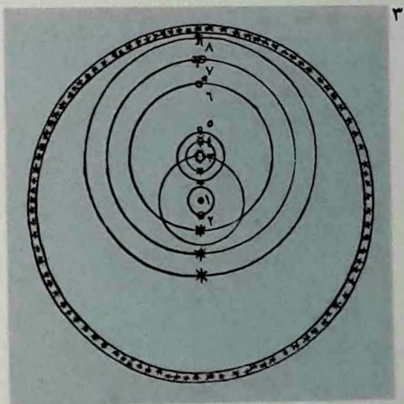
الحركات في سمائنا

كان القمر يرى متنقّلا بسرعة ضمن مساحة معيّنة مرصّعة بالنجوم . كما كان يرى للشمس أيضا حركة خاصة بها . فضلا عن ذلك ، كانت تحدث أحيانا ظاهرات أخرى غريبة تلفت النظر وتثير الاهتمام



(١) ـ في نظام بطليموس ، الأرض (١) ساكنة في وسط الكون ويدور حولها القمر (٢) وعطارد (٣) والزهرة (٤) والشمس (٥) والمريخ (٦) والمشتري (٧) وزحل (٨) . كل جرم من هذه الأجرام يتحرك في فلك تدوير صغير .

(٢) ـ يجعل نظام كوبرنيكوس الشمس (١) في وسط النظام الشمسي ، فيدور حولها عطارد (٢) والزهرة (٣) والأرض (٤) والمرّيخ (٥) والمشتري (٦) وزحل (٧) . نشر كتاب كوبرنيكوس عام ١٥٤٣ ، ولاقت نظريته مقاومة عنيفة من قبل الكنيسة . ودام الاضطهاد الديني لها قرنا كاملا . احتفظ كوبرنيكوس بالافلاك الدائرية وأفلاك التدوير .



(٣) ـ كان تيكو براهي يعتقد أن الأرض (١) في وسط النظام الشمسي . يدور حولها القمر (١) والشمس (٢) ، وان السيارات عطارد (٤) والزهرة (٥) والمريخ (٦) والمشتري (٧) وزحل (٨) تدور حول الشمس .

(٤) ـ تدل نظرية « المجسمات الخمسة المنتظمة » لكبلر ان أفكاره جاءت بمثابة صلة وصل بين الماضي والحاضر . فكان يعتقد ان المجسمات الخمسة المنتظمة ، وهي المكعب (أ) والرباعي السطوح (ب) وذو الاثني عشر سطحا (ت) وذو العشرين سطحا (ث) وذو الثمانية سطوح (ج) ، لها مكانها داخل مدارات السيارات المختلفة . اذ كان يعتقد انه لا يوجد سوى خمسة من هذه المجسمات كما لا يوجد سوى خمس فسحات بالضبط بين السيارات الستة المعروفة في حينه ، عطارد والزهرة والارض والمريخ

والتساؤل : ففي بعض الأحيان، كانت الشمس تختفي وراء كسوف، كما كان القمر يغمره أحيانا الظلام بشكل غريب وهو في أوج سطوعه. لم يكن معروفا آنئذ أن الكسوف يحدث عندما يمر القمر بين الشمس والأرض ملقيا ظله على الأرض، وان الخسوف يحدث عندما تكون الشمس والارض والقمر في خط واحد فيدخل القمر في ظلّ الأرض.

أدرك الاغريق، بعد البابليين وغيرهم من القدماء، ان السيارات الساطعة الخمسة - عطارد والزهرة والمريخ والمشتري وزحل - هي أجسام متحركة بالنسبة الى النجوم الثابتة، وانها بالتالي تختلف عنها جذريًا. وكانت السيارات تعتبر اكثر قربا من النجوم الى الأرض، وانها، كالشمس والقمر، تدور حولها في نطاق من الفضاء.

ثم جاء بطليموس (٩٠ - ١٦٨ م) وحسّن النظام القديم، مفترضا في نظامه الجديد

وزحــل والمشتـري. ان عمله الباهر، المبني على المراقبات التي قام بها براهي، هو الذي أثبت أن الشمس لا الأرض هي مركز النظام الشمسي. كان كبلر رياضيا عبقريا وصوفيا فلكيا في آن واحد.

(٥) - يتصور علماء الفلك النجوم، تسهيلا للامور، كأنها واقعة داخل كرة مركزها الأرض. على هذا، يصبح الأفق، لمراقب موجود على الأرض (١) بمثابة دائرة أسقطت (٢) على الكرة السماوية. ولما كانت الأرض تدور من الغرب الى الشرق، تبدو السماء متحركة من الشرق الى الغرب، ناقلة معها النجوم، كالدبران في برج الثور. كذلك يبدو قطب السماء الشمالي (٣)، الذي يدل عليه نجم القطب بصورة تقريبية، ساكنا بالنسبة الى مراقب موجود في نصف الكرة الشمالي من الأرض. أما النجوم الموجودة في المنطقة البنفسجية (٤) والمرسومة بالنسبة الى مراقب على درجة ٥٠ من خط العرض الشمالي، فتظل باستمرار فوق الافق وتسمى النجوم المحيطة بالقطب. تتوقف المنطقة المحيطة بالقطب على خط عرض المراقب.

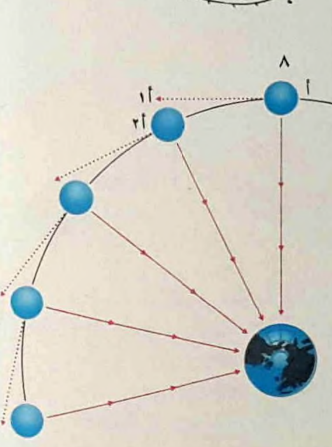
(١) أن جميع المدارات السماوية دائرية على أكمل وجه .

رأى بعض فلاسفة الاغريق القدامى . ولا سيما ارسطرخس (٣١٠ ـ ٢٣٠ ق . م) ، ان الأرض هي التي تدور حول الشمس . لكن نظرية مركزية الشمس هذه بقيت مرفوضة اجمالا الى أن برز . في القرن السادس عشر . الكاهن البولندي كوبرنيكوس (١٤٧٣ ـ ١٥٤٣) ، فخطا خطوته الجبارة بنقل الأرض من موقعها المركزي ووضع الشمس مكانها (٢) .

تطلعات ثورية

كان من المحتوم أن يلاقي نظام كوبرنيكوس في البدء مقاومة عنيفة . ثم جاء الفلكي الدانمركي تيكو براهي (١٥٤٦ ـ ١٦٠١) ، وهو أكثر المراقبين الفلكيين دقة في عهد ما قبل المرقب . فقال





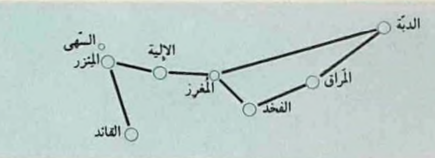
(٦) ـ للسيارين اللذين يقع مدارهما داخل مدار الأرض ـ وهما السياران الداخليان عطارد والزهرة ـ أوجه كأوجه القمر . ويظلان في المنطقة من السماء التي تقع فيها الشمس (أ) . يكون السيار الداخلي في اقتران سفلي (١) ، عندما يدير وجهه المظلم نحو الأرض فيبدو هلالا . وعندما يكون في الناحية البعيدة من الشمس (٢) ، يكون بدرا . الدورة الاقترانية . أي معدل الفترة الفاصلة بين اقترانين سفليين متعاقبين . تبلغ ١١٥٫٩ يوما لعطارد و ٥٨٣٫٩ للزهرة . يظهر الرسم (ب) مدارا الأرض (٤) والزهرة (٣) ، ويدل الخط الأبيض على الحركة الظاهرة للزهرة في السماء . أما عطارد فانه يسلك سلوكا مشابها .

(٧) ـ مدارات السيارات العليا (أ) ، وهي وراء مدار الأرض . تصل الى نقاط المقابلة (١) والاقتران (٢) . لذلك تبدو الحركة الظاهرة (ب) لسيار أعلى (٤) بالنسبة الى الأرض (٣) حركة تراجعية الاتجاه الى حين .

(٨) ـ يرى نيوتن ان القمر . لولا وجود الأرض كان ينتقل في فترة معيّنة من أ الى أ ـ ١ . لكن حركته الواقعية ناجمة عن جذب الأرض له من أ الى أ ـ ٢ . لا يزال القمر « يهوي » نحو الأرض . وهو مع ذلك لا يدنو منها . وهذا هو تطبيق للقانون القائل ان أي جسم يظلّ في حالة سكون أو في حركة منتظمة على خط مستقيم . ما لم تؤثّر عليه قوة من الخارج . ورد هذا القانون في « المبادىء الرياضية للفلسفة الطبيعية » (١٦٨٧) لنيوتن .

(٩) ـ تتضمن الحركة الحقيقية لنجم في الفضاء : الحركة الفعلية (١) ، عندما ينتقل من ١ الى ٢ في مدة معينَة ؛ والحركة الشعاعية (ب) ، عندما ينتقل من ١ الى ٣ في حالة التراجع (حركة شعاعية موجبة) . أو من ٣ الى ١ في حالة الاقتراب (حركة شعاعية سالبة) ؛ والحركة الخاصة (ت) ، وهي التعبير المستعمل ـ للحركة المستعرضة (من ١ الى ٣) بالنسبة الى خلفية أبعد النجوم . تجمع (أ) بين (ب) و (ت) .

بأن السيارات تدور حول الشمس ، لكن الشمس والقمر يدوران حول الأرض (٣) . عندما توفي تيكو ، انتقلت مراقباته لاوضاع النجوم وحركات السيارات الى حوزة آخر مساعديه ، يوهانس كبلر (١٥٧١ - ١٦٣٠) الذي جاء ، بعد سنوات من العمل ، بالفكرة القائلة بأن السيارات تدور حول الشمس ، لا في دوائر ، بل في أقطاع ناقصة ، ثم نشر ، بين عامي ١٦٠٩ و ١٦١٨ ، قوانينه الأساسية



(١٠) - تبدو الكوكبات للعين المجردة محتفظة بشكلها خلال آلاف السنين ، لكن على مدى مدة طويلة ، تأخذ الحركات الخاصة بالظهور . فالنجوم الرئيسية السبعة في الدب الاكبر ، بما فيها النجم المزدوج ، المئزر ، تظهر هنا كما كانت منذ ١٠٠٠٠٠ سنة (أ) ، وكما هي اليوم (ب) ، وكما ستكون بعد ١٠٠٠٠٠ سنة من الآن .

الثلاثة . باستعمال قوانين كبلر هذه ، أصبح بالامكان رسم خريطة مدرّجة للنظام الشمسي ، كما أصبح من الممكن أيضا ، بعد تحديد مسافة واحدة تحديدا دقيقا ، الحصول على جميع المسافات الاخرى بمجرد عمليات حسابية .

اكتملت الثورة في النظرة الى الكون على يد اسحق نيوتن (١٦٤٢ - ١٧٢٧) الذي توصّل ، في كتابه المعروف عادة باسم « المبادىء » (٥) والمنشور عام ١٦٨٧ ، الى وضع جميع الاسس التي عليها سيقوم العمل الفلكي في ما بعد .

مقياس الكون

لم يوضع مقياس الكون الا بعد ذلك بزمن طويل ، أي عندما بدأ الفلكيون يقيسون مسافات النجوم . أول من قاس هذه المسافة كان فريدريش بسّل (١٧٨٤ - ١٨٤٦) الذي قاس عام ١٨٣٨ مسافة نجم قريب (في كوكبة الدجاجة) . فوجدها تبلغ حوالي ٩٦ مليون مليون كلم ، مما يعني ، والضوء يقطع هذه المسافة في مدة ١١ سنة ، ان هذا النجم هو على بعد ١١ سنة ضوئية عن الأرض . أكثر النجوم هي أبعد من ذلك بكثير ، لكن التقنات الحديثة أصبحت تمكن علماء الفلك من قياس حركاتها الخاصة سنة بعد سنة . الاسم القديم « للنجوم الثابتة » غدا اسما مضلّلا . فجميع النجوم تتحرك بعضها بالنسبة الى بعضها الآخر بسرعات فائقة . تبيّن ايضا في عصرنا الحاضر ان مجرتنا ذاتها ، واسمها درب التبّانة ، ليست سوى واحدة من عدد كبير من المجرات الاخرى التي تعدّ بالملايين .

الأبعاد الفلكيّة

يكاد حجم الكون يفوق كل تصور : من السهل فهم المسافة بين لندن ونيويورك او بين نيويورك واستراليا . ولا يبدو القمر بعيدا الى حد المستحيل . لأن مسافته لا تتعدى عشرة اضعاف رحلة حول الارض . لكن كل محاولة لتصور « مليون كيلومتر » محكوم عليها بالاخفاق . مع ان مليون كيلومتر مسافة قصيرة جدا في المقياس الكوني .

التقديرات المبكَرة للمسافة

لم يكن للأقدمين فكرة دقيقة عن القياس (فقد ظُنَّ في يوم من الايام ان قطر الشمس لا يزيد عن ٧٠ سم) . لكنهم كانوا قادرين على قياس حجم الأرض ذاتها بدقة تثير

(١) ـ قام ايراتوستينس بقياس محيط الارض بعد ان لاحظ ان الشمس عندما تكون في السمت فوق اسوان (أ) تكون على بعد ٧,٢ْ من السمت فوق الاسكندرية (ب) . بما ان المسافة أ ـ ب كانت معروفة . وبما ان ٧,٢ْ هي ٥٠ / ١ من الدائرة . يكون المحيط : أ ب × ٥٠ .

(٢) ـ اختلافات المنظر ممثلة في هذه الرسوم البيانية . تقاس اختلافات المنظر لمعرفة الحركات الظاهرة للنجوم القريبة نسبيا . النجوم الواقعة في اتجاه محور (ي) مدار الأرض تكون حركة اختلاف المنظر فيها . خلال . سنة . دائرية (أ) . اما اذا وقع نجم على مستوي فلك البروج (ب) . فحركة اختلاف المنظر لديه تتخذ شكل الذهاب والاياب على خط مستقيم . (ز) هي زاوية اختلاف المنظر . ومنها يقاس بُعد النجم . الصعوبة بدون شك هي ان الزاوية (ز) تكون دائما صغيرة . نستطيع اليوم . بفضل التصوير الشمسي الحديث وتقنات اخرى . ان « نرى » الى مسافة لا تقل عن ٢٠٠ سنة ضوئية . لكن في مسافات اكبر . تتخبط تغيرات اختلاف المنظر في لُجة من اخطاء المراقبة .

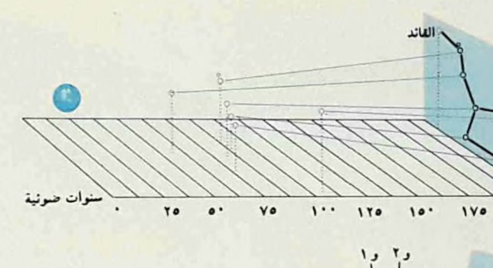
(٣) ـ تبدو النجوم في الدب الاكبر لمراقب سطحي على مسافة واحدة من الارض . اذ ليس من الممكن مشاهدة منظر « ثلاثي الأبعاد » على مثل هذه المسافة الشاسعة . في الواقع ليست النجوم في اية من الكوكبات مترابطة ضرورة . تظهر في الرسم المسافات النسبية لسبعة نجوم رئيسية في الدب الأكبر : القائد (٢١٠ سنوات ضوئية) وهو ابعدها . ويأتي المئزر بالقرب منه في السماء . وهو لا يبعد عنا اكثر من ٨٨ سنة ضوئية .

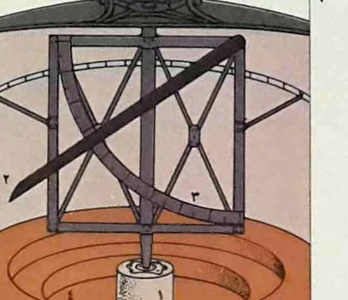
العجب (١)؛ وما ان تخلّى الفلكيّون عن الفكرة القديمة القائلة بكون ارضيّ المركز، حتى اصبحت تقديرات المسافة اكثر واقعية.

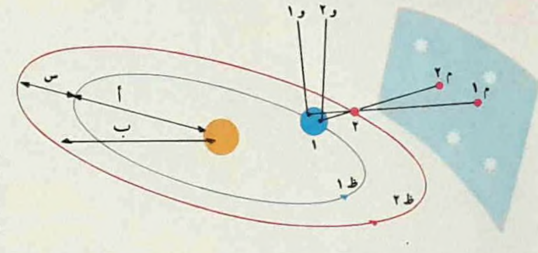
كان أساس ايّة طريقة لقياس هذه المسافة قانون كبلر الثالث الذي اقام علاقة معيّنة بين مدة دوران سيار وبين بعده عن الشمس. لما كانت معروفة مدة دوران الارض حول الشمس، وهي **٣٦٥,٢٥** يوما، وكان من الممكن تحديد مدد دوران السيارات الأخرى بالمراقبة - مثلا **٦٨٧** يوما للمريخ وهكذا دواليك - فقد تم، نتيجة لذلك، وضع سلّم كامل للنظام الشمسي. هكذا غدا من السهل، اذا عرفت المسافة بين الارض وأي سيّار آخر (كالمريخ او الزهرة)، ان تحسب المسافة بين الأرض والشمس (٤).

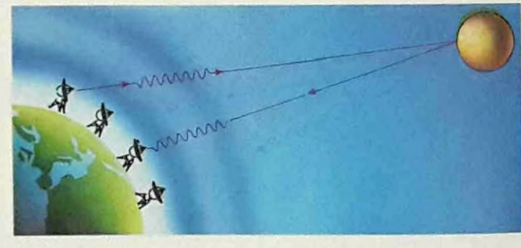
مبدأ اختلاف المنظر

قامت الطريقة البدهية لقياس المسافة بين









(٤) - يمكن حساب المسافة بين سيّار وبين الارض (س) باستعمال التثليث المجسم. (أ) و (ب) هما المسافتان اللتان تفصلان الارض (١) والسيار (٢) عن الشمس. (م١) و (م٢) هما وضعا النجم الظاهران كما يريان من (و١) و (و٢) على الأرض. نسبة الزاويتين في (م١) و (م٢) تعادل نسبة المسافتين (و١) - (و٢) و (س). باستعمال قانون كبلر الثالث (ز٢ / ز١)٢ = (ب / أ)٣. حيث (ز) هي مدة المدار. يمكن ايجاد (أ) و (ب).

(٥) - يمكن قياس مسافة الزهرة بواسطة الرادار. عندما تعرف هذه المسافة، يُستعان بقانون كبلر الثالث لايجاد المسافة بين الارض والشمس. النبضات التي يبثها الرادار الى الزهرة تنعكس منها الى لاقطات على الأرض. فتعطي المدة بين البث واستقبال الاصداء المسافة المقطوعة، شرط ان يدخل في الحساب تباطؤ الأصداء في جو الأرض المتأيّن.

(٦) - كانت ذات الربع التي صنعها تيكوبراهي احدى الآلات المستعملة بين عامي ١٥٧٦ و ١٥٩٦ لقياس اوضاع النجوم. كانت ذات الربع هذه مثبتة فوق عمود مركزي (١) وكانت لها مؤشرة (٢) ذات مصوبات تدور على دائرة معدنية مدرجة (٣). وكان الحوض (٤) يؤمن للمراقب مستويات مختلفة يحددها وضع المؤشرة. يقوم العمل الحديث على الأسس التي وضعها تيكو.

الأرض وأحد السيارات على ظاهرة اختلاف المنظر (٢) . وهي طريقة ما يزال يستعملها المساحون . فاذا ما نظر مراقب الى جسم غير بعيد تحيط به من وراءه خلفية أجسام ابعد منه . يبدو وضع هذا الجسم يتغيّر حسب تغيّر وضع المراقب . فاذا اخذنا نقطتي مراقبة مختلفتين . وكانت المسافة بينهما معروفة . وقيست الزاوية التي يشكلها الجسم مع كل من خطّي المراقبة . يستطيع العالم الفلكي . بواسطة حساب المثلثات . حساب ارتفاع المثلث الحاصل بهذه الطريقة . اي مسافة الجرم السماوي .

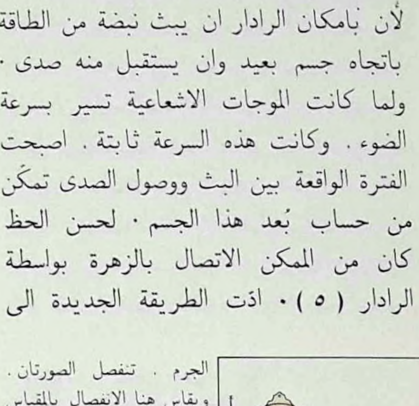
اقترح ادموند هالي (١٦٥٦ - ١٧٤٢) استخدام عبورات الزهرة - وهي مناسبات نادرة تمر فيها الزهرة امام الشمس كما ترى من الأرض وتبدو كنقطة سوداء امام قرص الشمس - لتحديد البعد المطلق لهذا السيّار . ولم تنجح محاولات عامي ١٧٦١ و ١٧٦٩ .

٧

(٧) - يمثل الرسم مفلاكا . وهو آلة تدل على حركة السيّارات حول الشمس . في المفلاك الظاهر هنا . الشمس ممثلة بكرة من الصُفر واقعة في الوسط . حولها تتحرّك السيارات الثلاثة الداخلية . وهي عطارد والزهرة والأرض . يجعل جهاز بارع التركيب السيارات تدور حول الشمس بمدد نسبية صحيحة . مع انه لا يمكن بطبيعة الحال لمثل هذا القياس ان يعطي المسافات النسبية الصحيحة . تظهر الاراضي والبحار على الارض . كما يظهر القمر في مداره حول الارض المائلة وفقا لزاوية صحيحة . عندما يتحرك الجهاز بواسطة المقبض . تدور السيارات حول الشمس ويدور القمر حول الأرض . هناك مفلاكات حديثة تدار بواسطة آلية ساعة . وفي بعضها تظهر ايضا السيارات التي هي ابعد من الارض والسيارات التي اكتشفت بعد صنع هذا النموذج .

(٨) - كان للاسطرلابات القديمة (أ) مؤشرات بسيطة ومقاييس مدرّجة لقياس ارتفاعات النجوم واجرام اخرى في السماء . في الاسطرلاب الحديث (ب) . يقع الضوء على موشور (١) وعلى سطح من الزئبق . فيكوّن صورة مزدوجة على طول خط المسامتة (٣) . عندما يتحرك

تتضمن الطرائق الجديدة استعمال الرادار. لأن بامكان الرادار ان يبث نبضة من الطاقة باتجاه جسم بعيد وان يستقبل منه صدى. ولما كانت الموجات الاشعاعية تسير بسرعة الضوء. وكانت هذه السرعة ثابتة. اصبحت الفترة الواقعة بين البث ووصول الصدى تمكن من حساب بُعد هذا الجسم. لحسن الحظ كان من الممكن الاتصال بالزهرة بواسطة الرادار (٥). ادت الطريقة الجديدة الى

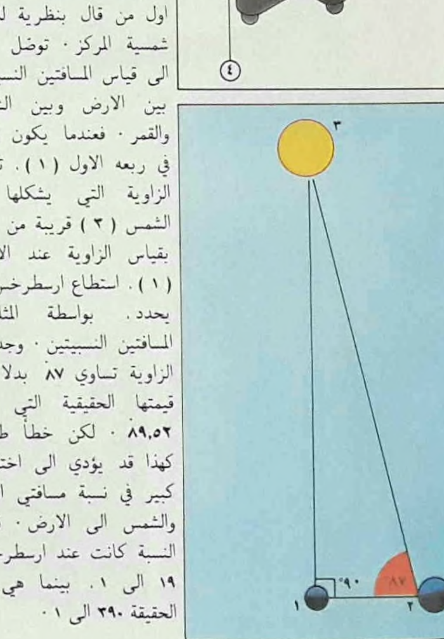




الجرم. تنفصل الصورتان. ويقاس هنا الانفصال بالمقياس السمتي الذي يعطي ارتفاع الجرم السماوي المتحرك.



(٩) - يقال ان العالم الفلكي الاغريقي ارسطرخس (القرن الثالث ق. م) كان اول من قال بنظرية للكون شمسية المركز. توصل ايضا الى قياس المسافتين النسبيّتين بين الارض وبين الشمس والقمر. فعندما يكون القمر في ربعه الاول (١). تكون الزاوية التي يشكلها مع الشمس (٣) قريبة من ٩٠°. بقياس الزاوية عند الارض (١). استطاع ارسطرخس ان يحدد. بواسطة المثلث. المسافتين النسبيتين. وجد ان الزاوية تساوي ٨٧° بدلا من قيمتها الحقيقية التي هي ٨٩,٥٢. لكن خطأ طفيفا كهذا قد يؤدي الى اختلاف كبير في نسبة مسافتي القمر والشمس الى الارض. فهذه النسبة كانت عند ارسطرخس ١٩ الى ١. بينما هي في الحقيقة ٣٩٠ الى ١.



تصحيح طول الوحدة الفلكية. فاصبح مقدارها ١٤٩٦٠٠٠٠٠ كلم.

مشكلة وضع خريطة للنجوم

اثارت مسافات النجوم مشكلات مختلفة. وهنا ايضا استعان العلماء بظاهرة اختلاف المنظر. فاذا روقب نجم قريب بعد ستة اشهر من مراقبة سابقة له. فأنه يُبدي انحرافا في موضعه بالنسبة للنجوم الخلفية. اذ تكون الأرض. خلال هذه المدة قد انتقلت من ناحية من مدارها الى الناحية الأخرى. معطية خط قاعدة طوله ٣٠٠ مليون كلم.

تعطي الطرائق المعتمدة ظاهرة اختلاف المنظر نتيجة مقبولة بشأن النجوم القريبة. لكن عندما تتعدى الأبعاد بضع مئات من السنين الضوئية. يغدو اختلاف المنظر من الضآلة بحيث يصبح قياسه غير ممكن. فتنشأ الحاجة الى استعمال طرائق اخرى تكون غير مباشرة. كالطريقة التي تعتمد المقياس الطيفي. فالمقياس الطيفي يعطي السطوع الحقيقي الخاص بالنجم. ومقارنة هذا السطوع الحقيقي بالسطوع الظاهر للعين من شأنه ان يعطي المسافة. معروف الآن ان قطر مجرتنا يبلغ حوالي ١٠٠٠٠٠ سنة ضوئية.

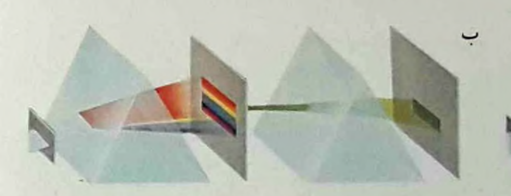
غير ان مجرتنا ليست الوحيدة من نوعها. فالبقع الضبابيّة. المعروفة بالسدم. هي على نوعين: منها ما يمكن ان تكون مؤلفة من نجوم. ومنها ما هي غير ذلك. في عام ١٨٤٥. اكتشف اللورد روس (١٨٠٠ - ١٨٦٧). بواسطة مرقبه (١٨٣ سم). ان كثيرا من السدم النجمية لولبية. وقد ثبت اليوم ان السدم اللولبية هي انظمة خارجية تبعد ملايين السنين الضوئية.

المناظيرُ وَالمَراقِبُ

المرقب، او التلسكوب، هو أداة البحث الأساسية في علم الفلك. بدونه تكون معرفتنا محدودة للغاية، اذ ان الأدوات الأخرى - كالتي ترتكز على مبدأ المطياف - تحتاج هي ايضا الى المرقب ليجمع لها الضوء المعد للتحليل. اعترف مرة جورج ألرلي هيل (١٨٦٨ - ١٩٣٨)، المسؤول الأول عن بناء المرقب العاكس في جبل بالومار في الولايات المتحدة الذي قطره ٥٠٨ سم والذي بقي لعدة سنوات أقوى مرقب في العالم، ان مطلبه كان دائما: «المزيد من الضوء!». هذا يظل صحيحا اليوم، اذ ما يزال علماء الفلك العصريون يتحرّون بشغف عن اجرام باهتة جدا وواقعة على مسافات شاسعة عن الأرض،

١أ

ب



ت

(١) - عندما يمر الضوء الأبيض، الذي يحتوي على جميع أطوال موجات الطيف المنظور، من خلال موشور، يتشعّب (أ)، فتنثني الألوان بطريقة غير متساوية في داخل الطيف، متدرّجة من أطول الموجات (الحمراء) الى اقصرها (البنفسجية). لكن عندما يمر لون واحد من خلال ثقب في ستار ثم من خلال موشور ثان، فلا يحصل انثناء ثان (ب). اما اذا قلب الموشور الثاني، فالألوان تعود فتتحد كما كانت قبلا (ت).

٢



تلسكوب
نيوتن العاكس



تلسكوب
هرشل العاكس

تلسكوب
كاسغران العاكس

كيف تعمل المراقب الكاسرة

المراقب على نوعين رئيسيين : الكاسرة والعاكسة (٨) · لكل نوع حسناته الخاصة . ولسوء الحظ سيئاته الخاصة ايضا · ظهرت الكاسرات في العقد الاول من القرن السابع عشر . وكانت الاولى التي استعملها الروّاد من امثال غاليليو (١٥٦٤ ـ ١٦٤٢) · في الكاسر . ينتقل الضوء من الجرم . موضوع الدراسة . ويمرّ من خلال عدسة في الكاسر ذات شكل معيّن تعرف باسم العدسة الشيئية او الشيئية . فتنقل اشعة الضوء الى البؤرة . ثم تكبّر عدسة ثانية فيه تعرف بالعينية الصورة الحاصلة · كلما كانت الشيئية اضخم . كانت مقدرة المرقب على التقاط الضوء اكبر · على هذا . تكون قوة كاسر ذي ١٥,٢ سم مساوية لضعفي قوة كاسر اصغر ذي ٧,٦ سم ·

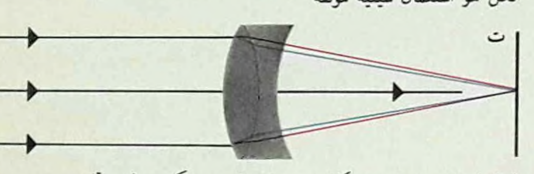
لجميع المراقب الكاسرة علّة مشتركة : انها تحدث لونا خادعا . وهذا يعود الى طبيعة

(٢) ـ المراقب العاكسة على أنواع : في نموذج نيوتن . تجمّع الضوء مرآة ذات قطع مكافىء ترسله الى مرآة مسطحة على زاوية قدرها ٤٥ . تعكس بدورها الضوء الى ناحية الأنبوب حيث تظهر الصورة وتكبّر · لتجنّب ضياع اي مقدار من الضوء تسببه المرآة المسطحة . أمال هرشل المرآة الرئيسية واستغنى بذلك عن المرآة المسطحة · مع ذلك ظل هذا التصميم غير مرض · في نموذج كاسّغران . جاءت المرآة الثانية محدّبة واصبح الضوء ينعكس منحدرا من خلال ثقب في المرآة الرئيسية · في بعض النماذج الأخرى . تصوّب الضوء المرتد مرآة مسطحة ثانية الى جانب الأنبوب . وذلك لتجنب احداث ثقب في المرآة الرئيسية ·

(٣) ـ هنالك نموذج للعاكس احدث من النماذج السابقة . هو مرقب كودي الذي يحتوي على مرآة ثانوية ومرآة اضافية تدور على المحور القطبي للمرقب · لما كانت الأشعة الضوئية تنعكس في اتجاه ثابت . تأتي الصورة الحاصلة ثابتة . ولا يحتاج المراقب الى التنقل عندما يدور المرقب · الفائدة الكبرى من ذلك هي عدم الاضطرار الى تحريك التجهيزات الثقيلة والدقيقة بعد تركيبها · اكثر العاكسات الحديثة تعتمد بؤرة كودي . مما يجعلها صالحة لأغراض مختلفة · في بعض المراقب . يمكن الانتقال الى نظام كودي بسرعة كبيرة . كما يمكن استعماله ايضا في المراقب الكاسرة ·

٣

تلسكوب كودي



(٤) ـ بيان هنا سبب اللون الخادع المزعج الذي يظهر دائما عندما يستعمل مرقب كاسر · يمر الضوء المنبعث من الجسم من خلال الشيئية . فينقسم بحيث ان الأشعة الحمراء تتجمع معا عند نقطة غير النقطة التي تتجمع عندها الأشعة الزرقاء (أ) · هذا ما يحصل دائما . مهما كان نوع العدسات المستعملة (ب) · الحل هو استعمال شيئية مؤلفة (ت) من عدستين مركبتين معا · فمن شأن الأخطاء عندئذ ان تزيل بعضها بعضا . فيخف اللون الخادع الى حد كبير ·

٥



(٥) ـ يمكن وضع قفص المراقبة في داخل الانبوب ذاته في مرقب بضخافة عاكس هيل · هذا يعني انه يصبح بالامكان اخذ صور فوتوغرافية في البؤرة الاولى . والاستغناء بذلك عن مرآة ثانوية . وهو امر مهم . لأن كل انعكاس في مرآة يرافقه ضرورة انخفاض في الضوء · لا أهمية لكمية الضوء التي يحتجزها قفص المراقبة . ما دامت تعوّض بالفوائد التي يؤمنها القفص ·

الضوء ذاته ، الذي هو مزيج من جميع الوان الطيف (١) • فعندما يمر شعاع الضوء من خلال الشيئية ، ينكسر لكي ينتقل الى البؤرة • لكن الموجات الطويلة تنكسر بحدة اقل من حدة انكسار الموجات القصيرة ، فتكون ، مثلا ، زاوية انكسار الأشعة الحمراء اوسع من زاوية انكسار الأشعة الزرقاء ، فتقع بالتالي على موضع آخر من البؤرة ، وهكذا تكون النتيجة ان الأجرام الساطعة ، كالنجوم مثلا ، تظهر في الكاسر مقترنة بلون خادع ، يبدو جميلا لعين المشاهد المتأمل ، لكنه مزعج لعالم الفلك •

المراقب العاكسة

المرقب العاكس ، الذي كان نيوتن (١٦٤٢ - ١٧٢٧) اول من صنع نموذجا منه صالحا للاستعمال ، يعمل وفاقا لمبدأ مختلف كل الاختلاف • ففي نموذج نيوتن (٢) ،

٧



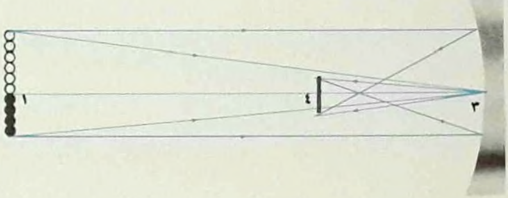
٦

(٦) ـ كان عاكس هيل (٥٠٨ سم) اكبر مرقب في العالم لسنوات عديدة ، ولم يكن ما يجاريه في التقاط الضوء • تظهر في الرسم ، المرآة الاولى (١) . قفص المراقب (٢) . بؤرة كاسغران (٣) . بؤرة كودي (٤) . الطرف الجنوبي للمحور القطبي (٥) . مرآتا كاسغران وكودي الثانويتان (٦) . طريق الارتفاع اليمنى (٧) . محور الميل (٨) . غطاء القبة المتحرك مع فتحة قطرها ٩ امتار (٩) . القبة وقطرها ٤٢ م (١٠) . البؤرة الاولى وقطرها ١٦،٥ (١١) . الدعامة الشمالية (١٢) . الدعامة الجنوبية (١٣) . لوحة

يهبط الضوء من خلال انبوب مفتوح حتى يصطدم بمرآة في طرفه. تكون مقوّسة وبشكل مكافىء. فينعكس الضوء صعدا في الأنبوب على مرآة اخرى مسطحة موضوعة بزاوية ٤٥. تعكس بدورها الضوء الى جانب الأنبوب حيث يجمّع في بؤرة. ثم تُكبَّر الصورة بواسطة عينية. وجود المرآة المسطحة في الأنبوب يضعف الضوء قليلا. لكن الخسارة ليست ذات شأن.

٨ أ

١ ٢



القيادة (١٤) التي منها يمكن توجيه المرقب نحو اي جزء من السماء.

(٧) – احد المراقبين في مرصد بالومار يضع صفيحة في العاكس الذي قطره ٥٠٨ سم. وقد استعملت هنا معه بؤرة كودي. الانتقال من جهاز بصري الى جهاز آخر يتطلب بعض الوقت. لكن العملية روتينية.

(٨) – في المرقب الكاسر (أ). يمر الضوء المنطلق من الجسم (١) خلال العدسة ليشكل صورة (٢). المسافة بين العدسة والنقطة البؤرية تعرف باسم البعد البؤري. اذا لم تستعمل عدسة اضافية. تأتي الصورة مقلوبة. في المرقب العاكس (ب). يتجمع الضوء من الجسم (١) بواسطة مرآة مقعّرة (٣). ثم ينقل الى البؤرة حيث يشكل صورة (٤).

بما ان المرآة تعكس جميع الألوان بالتساوي. فلا يظهر في هذا النموذج زيغ لوني. مع ان كمية ما من اللون الخادع قد تظهر في العينية. المرايا الحديثة مصنوعة من الخزف ومطليّة بمادة رقيقة ذات انعكاس مرتفع كالألومينيوم والفضة.

ليس المرقب النيوتني هو الوحيد من نوعه. ففي نموذج كاسْغران والنموذج الغريغوري (٢) تكون المرآة الثانية مقوّسة ايضا. والضوء ينعكس من خلال ثقب في المرآة الرئيسية. اما في نموذج هرشل. فالمرآة الرئيسية منحنية. ولا وجود اطلاقا للمرآة الثانية. لكن هذا النوع لا يخلو من الزيغان. وتعتبر الآن مراقب هرشل قد تخطّاها الزمن.

الحسنات والسيئات

اذا كانت الفتحة متساوية. فالكاسر اكثر فعالية من العاكس. لكنه اكثر كلفة. لأن العدسات الكبيرة اصعب صنعا من المرايا الكبيرة. لهذا السبب ولأسباب اخرى. جاءت اضخم المراقب في العالم عاكسة (٦). اصغر فتحة تناسب الفلكي الهاوي هي على الأرجح التي قطرها ٧,٦ سم للكاسر و ١٥,٢ سم للعاكس.

قضية تثبيت المرقب مهمة للغاية. فإذا كان المرقب غير مثبّت بإحكام. يكون بدون فائدة. من المرغوب فيه للغاية استخدام قاعدة استوائية يشدّ فيها المرقب الى محور مواز لمحور الأرض. كما من الضروري ايضا تجهيز المرقب بآلية توجيه. لأن توجيه المرقب باحكام يعوّض عن مساوىء دوران الأرض على ذاتها ويُبقي الجرم موضوع الدرس باستمرار في مجال الرؤية.

المراصد الكبرى

غالبا ما يعتقد ان المرصد الفلكي هو مجرد قبة فيها مرقب · هذا ما يصح في بعض مراصد الهواة · لكن المراصد المهنية متطورة للغاية ومعقدة التجهيز. وتحتوي على معدات من أنواع كثيرة مختلفة · فضلا عن ذلك ، لموقع المرصد اهمية بالغة ·

نادرا ما تتم اليوم دراسة فلكية استنادا الى النظر وحده · فكل الأبحاث المعاصرة تعتمد التصوير الفوتوغرافي . واصبحت اكبر المراصد العالمية تستعمل كآلات تصوير جبارة ·

مواقع المراصد وتجهيزاتها

التصوير الفوتوغرافي لجسم دقيق جدا . كمجرة بعيدة ، يقتضي زمان عرض قد

١



(١) ـ أضخم مرقب في العالم هو المرقب العاكس الذي قطره ٦٠٠ سم والموجود في زلنشوكسكايا في شمالي القفقاس · أفضليته التقنية على تلسكوب هيل . الذي قطره ٥٠٨ سم في جبل بالومار . كبيرة . غير ان ظروف المراقبة في هذه المنطقة ليست بجودتها في كليفورنيا · انه من صنع روسي صرف . وله جهاز لقياس الزوايا الفلكية وآلية تحريك اكثر تعقيدا من آلية السناد الاستوائي العادي · القبة مصنوعة وفاقا للنموذج التقليدي · يستعمل هنا المرقب . في الدرجة الاولى . لدراسة الأنظمة الشمسية النائية . بالنظر لقدرته الهائلة على تجميع الضوء · جرت الاختبارات الاولى عليه عام ١٩٤٧ ·

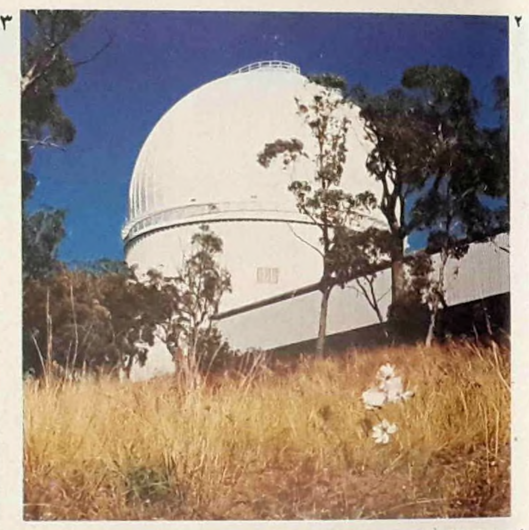
(٢) ـ المرقب الانجليزي الاسترالي على جبل سايدنغ سبرنغ في نيو سوث ويلز هو عاكس يبلغ قطره ٣٨٩ سم . ويمكنه استعمال اربعة انظمة بصرية : بؤرة اولية او ب / ٨ او ب / ١٥ كاسغران او ب / ٣٦ كودي · تبلغ كتلة المرقب الكليّة ٣٢٦ طنا . وتصميمه شبيه بتصميم مرقب كيت بيك الذي قطره ٣٨١ سم ·

(٣) ـ اقيم مرصد ليك بكليفورنيا بفضل هبة من مؤسسة جيمس ليك عامي ١٨٧٤ ـ ١٨٧٥ . واصبح تحت ادارة جامعة كليفورنيا عام ١٨٨٨ · الجهاز الأساسي فيه هو مرقب عاكس قطره ٣٠٥ سم (يُرى هنا) . واصبح جاهزا للعمل عام ١٩٥٩ · أكثر اشكال تصميمه شبيهة بتصميم بالومار الذي قطره ٥٠٨ سم ·

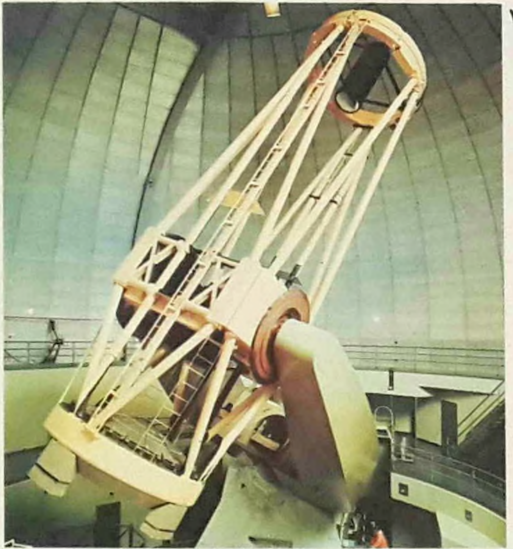
يستغرق عدة ساعات · لذلك ربما كان الضوء الشارد شر عدو للعالم الفلكي · مع انتشار المدن اليوم وما ينتج عن ذلك من تلوث الضوء ، اصبح من الصعب ايجاد مواقع صالحة حقا ، تجمع في آن واحد بين الظلمة وبين نسبة مرتفعة من الليالي الصافية الخالية من الغيوم · بالاضافة الى ذلك ، جو الأرض متعرض دوما للتعكير ، كما انه يمتص الضوء ، لذلك يستحسن وضع المراقب الكبرى فوق الجبال العالية ، بحيث ترتفع عن أكثف طبقات الجو · كل هذا يعني ان المرصد يجب ان يكون متمتعا باكتفاء ذاتي ، مع تسهيلات للمراقبين ومعامل ومختبرات للتصوير الفوتوغرافي وقاعات للمطالعة ·

كانت المراصد ، التي بنيت خلال القسم الأخير من القرن التاسع عشر ، مجهزة بمراقب كاسرة كبيرة · للمرقب الكاسر الموجود في مرصد ييركز في الولايات المتحدة الحجم

٢



٣



٤

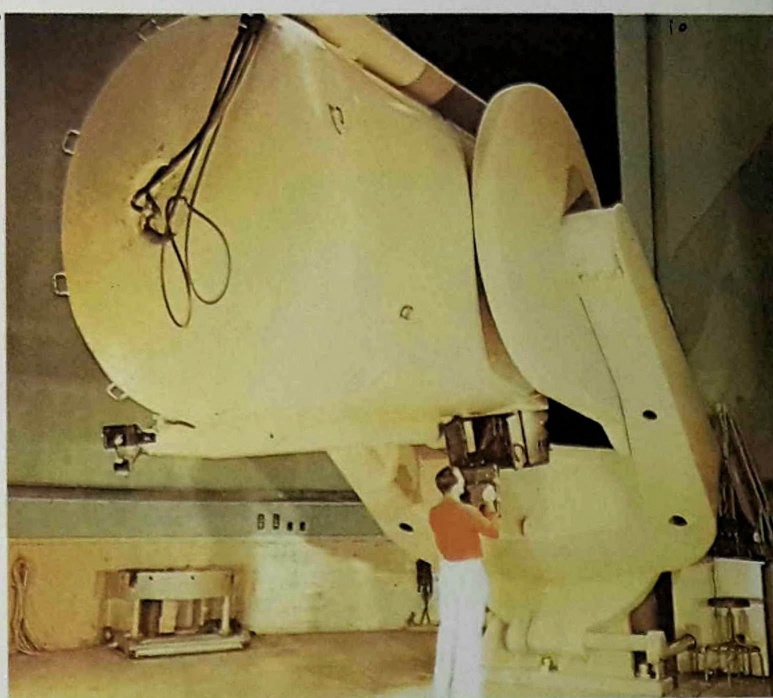


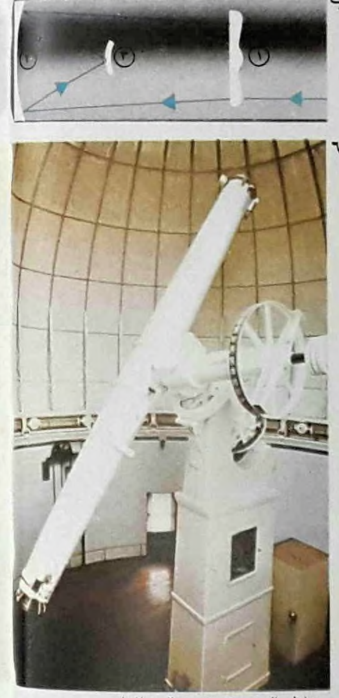
(٤) ـ أنشأ برسيفال لوول (١٨٥٥ ـ ١٩١٦) عام ١٨٩٥ مرصد لوول في فلاغستاف بأريزونا لدراسة المريخ في الدرجة الأولى · عرف هذا المرصد بدراساته للكواكب السيارة خصوصا ، مع ان المزيد من التجهيزات ، بما فيها عاكس كبير ، قد اضيف اليه منذ عهد لوول · تظهر في الصورة قبة الكاسر الذي استعمله لوول في دراساته للمريخ من عام ١٨٩٥ حتى عام ١٩١٦ · ما تزال نوعية الأدوات البصرية الممتازة فيه على ما كانت عليه عندما كانت جديدة ·

الأكبر في العالم. اذ يبلغ قطره ١٠٢ سم. وليس من المحتمل ان يبنى كاسر يفوقه حجما. لأن العدسة يجب ان تقف على حرفها. واذا تعدت حجما معيّنا (حوالي ١٠٢ سم). تأخذ بالتشوّه تحت وطأة ثقلها. العدسات الكبيرة معرّضة ايضا لزيغ لوني او كروي. من شأنه ان يعكّر صفاء الصورة. يمكن تلافي الزيغان بواسطة المرايا. لهذه الأسباب اكثر المراقب الحديثة هي من النوع العاكس.

مراصد هيل

كان جورج هيل (١٨٦٨ - ١٩٣٨) اشهر مصمم للمراقب الجبارة. وقد وضع تصاميم عدة مراصد. واقنع اصحاب الملايين من اصدقائه بتمويلها. انشأ على جبل ويلسن في كليفورنيا اولا مرقبا عاكسا قطره ١٥٢ سم. ثم واحدا آخر قطره ٢٥٤ سم. ظل هذا





(٥) – للمرقب الحديث قدرة هائلة على تجميع الضوء. خلافا للمرقب التقليدي الذي لا يطال الا بقعة صغيرة من السماء في تعريض فوتوغرافي واحد. هذا الأمر ليس بذي اهمية عند دراسة اجرام فردية. لكنه يعني ان وضع خريطة للسماء بكاملها يتطلب وقتا طويلا. يمتاز مرقب شميت (ب). الذي صنعه عام ١٩٣٢ عالم البصريات الاستوائي برنهارد شميت (١٨٧٩ - ١٩٣٥). بأنه قادر ان يلتقط في كل عرض مناطق واسعة من السماء. فهو يحتوي على مرآة كروية وصحيفة زجاجية مصححة في نهاية الأنبوب للتخفيف من التشويش البصري. يمر الضوء فيه من خلال الصفيحة (١) الى المرآة (٢) ثم ينعكس على داخل صفيحة فوتوغرافية مقوّسة (٣) موجودة في الأنبوب. لمرقب شميت في بالومار (أ) صفيحة مصححة قطرها ١٢٠ سم.

الاخير ، الذي اكتمل بناؤه عام ١٩١٨ ، اكبر تلسكوب في العالم لأكثر من ثلاثين سنة ، وكان ذا اسهام كبير في تقدم علم الفلك تقدما أساسيا . ثم فاقه حجما عام ١٩٤٨ عاكس جبل بالومار بكليفورنيا ، الذي قطره ٥٠٨ سم . كان هيل ايضا العقل الموجه لبناء هذا العاكس ، لكنه توفي قبل انجازه . لا تزال حتى الآن مراصد جبلي ويلسن وبالومار تديرها ادارة واحدة تحت اسم مراصد هيل .

مرقب شميت (٥) في جبل بالومار ، الذي قطره ١٢٢ سم ، لا يستعمل الا للتصوير الفوتوغرافي ، وهو يحتوي مرآة كروية وصفيحة مصححة معقدة . من حسناته انه يستطيع تصوير مناطق واسعة من السماء في تعريض واحد ، بينما مجال المرقب الذي قطره ٥٠٨ سم هو بطبيعته محدود جدا .

أضخم المراقب في العالم

لم يعد مرقب جبل بالومار ، الذي قطره ٥٠٨ سم ، أضخم مرقب بصري في العالم ، بعد ان صنع الروس في زلنشوكسكايا مرقبا عاكسا قطره ٦٠٠ سم . هناك ايضا مراقب متنوعة يتراوح قطرها بين ٢٥٤ و ٤٠٦ سم . اكبر المراصد شيِّدت في النصف الجنوبي من الكرة الأرضية ، حيث السماء صافية ، وحيث تتيسر مراقبة مجموعات أجرام أقصى الجنوب المهمة ، كغيوم مجلّان . فالمراصد الكبرى تكثر في استراليا (٢) وأمريكا الجنوبية وخصوصا في جنوبي افريقيا حيث جمعت المراقب الرئيسية في الجمهورية في موقع واحد هو سوثرلند ، بمقاطعة الكاب ، لأن شروط المراقبة الحسنة متوفرة فيها بكثرة .

لبعض المراصد مهمات خاصة . ففي كيت بيك بأريزونا مثلا زوّد المرصد بتجهيزات متطورة لدراسة الشمس ، بينما مرصد لوول بأريزونا (٥) متخصص بدراسة الكواكب السيارة . توضع في الوقت الحاضر تصاميم لآلاف المراصد الجديدة ، وأكثرها مصمّم ، في الدرجة الاولى ، للتغلب على تأثيرات الجو الأرضي الرديئة . هكذا جُهِّزت عدة اقمار اصطناعية بمراقب بلغت أوج عظمتها في سكايلاب ونظيره السوفييتي سويوز .

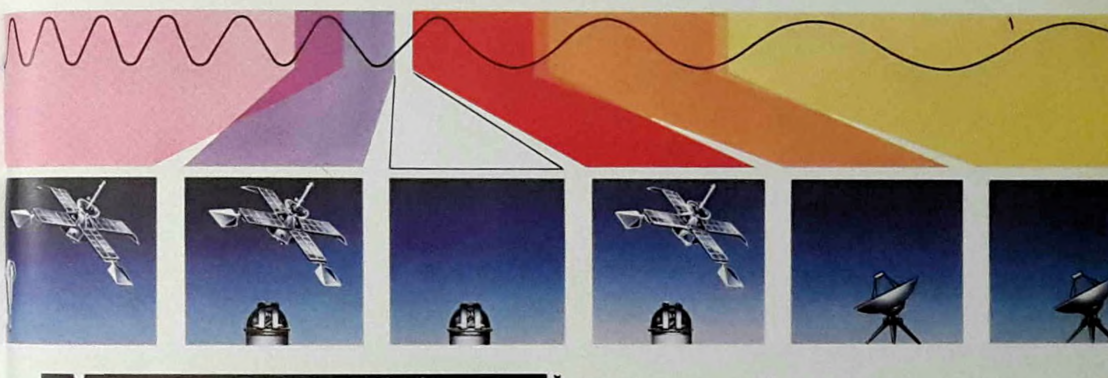
(٦) ـ كان المرقب الموجود في العاصمة واشنطن والذي يبلغ قطره ٦٦ سم من أقدم المراقب الكاسرة الكبيرة . رُكِّبَ عام ١٨٦٢ ، وبه توصل ألفان كلارك (١٨٣٢ - ١٨٩٧) ، الذي شحذ العدسة الشيئيّة ، الى اكتشاف القزم الأبيض رفيق سيريوس . استعمله آصاف هول (١٨٢٩ - ١٩٠٧) لاكتشاف فوبوس وديموس ، قمري المريخ ، عام ١٨٧٧ . تبيّنه الصورة الفوتوغرافية كما هو عليه اليوم ، حيث تتم موازنته بواسطة سناد من النوع المعروف الألماني .

(٧) ـ المكان المدعو فلامستيد هاوس في حديقة غرينتش بلندن ، الذي صممه كريستوفر ورين (١٦٣٢ - ١٧٢٣) ، هو موقع المرصد الملكي القديم الذي انشىء عام ١٦٧٥ . نقلت الأجهزة الى اسكس ، والمرصد القديم أصبح اليوم متحفا .

الفلك غير المنظور

حتى العشرينات من هذا القرن كان علماء الفلك . في دراساتهم . يعتمدون كلياً على الضوء المرئي الآتي من الأجرام في الفضاء . كان ذلك عائقاً قوياً لهم . لأن الضوء المرئي لا يشكل الا قسماً ضئيلاً من مدى اطوال الموجات الكامل أي الطيف الكهرطيسي .

يمكن اعتبار الضوء حركة تموجية . ولون الضوء نتيجة لطول الموجة . الوحدة العادية لطول الموجة هي الأنغستروم . (أْ) الذي يساوي جزءاً واحداً من ألف مليون جزء من السنتيمتر . يتراوح الضوء المرئي بين ٤٠٠٠ أْ للبنفسجي و ٧٢٠٠ أْ للأحمر . فاذا وقع طول الموجة خارج هذين الحدين . لا يحدث الضوء



٢

(١) - يبيّن الطيف الكهرطيسي النوافذ المحدودة التي منها تستطيع الاشعاعات أن تنفذ الى سطح الارض من الفضاء . فالكثير من أطول الموجات ينصد . وكذلك الكثير من أقصرها . لم يرسم الشكل حسب المقياس .

(٢) - يبعد سديم هبَل المتغيّر في كوكبة وحيد القرن مسافة ٦٥٠٠ سنة ضوئية عن الأرض . وهو مرتبط بنجم متغيّر هو وحيد القرن . كذلك تتغير ايضاً اشعاعات ما تحت الأحمر المنبعثة منه .

(٣) - المرقب المكافىء الدوراني في جودرل بنك (٧٦ م) بقي لسنوات عديدة أكبر آلة اشعاعية قابلة التوجيه تماماً . صمّه مدير المرصد السر برنارد لوفل (١٩١٣ -) وقد أسهم كثيراً في التقدم الأساسي الذي حققناه في معرفتنا الفلكية . في أيامه الاولى استعمل خصوصاً لتتبّع الأقمار الاصطناعية والمسابير الفضائية . لكنه يستعمل اليوم للأبحاث المختصة بالنجوم والمجرات فقط .

(٤) - بني مرقب اريسيبو في بورتوريكو في تجويف طبيعي يبلغ قطره ٣٠٠ م . مع أن هذا المرقب الاشعاعي هو مبدئياً غير قابل للتوجيه . فمن الممكن توجيهه الى حد ما بتحريك الهوائي اللاقط .

(٥) - سديم السرطان في كوكبة الثور هو حطام « المتجددة العظمى » المتوهجة التي شاهدها علماء الفلك الصينيون واليابانيون عام ١٠٥٤ . هذا السديم ليس هو اليوم سوى غيمة من الغاز المتمدد يقع فيها بلسار . هو البلسار الوحيد الذي تم التعرف اليه بطريقة بصرية حتى الآن . يقع السرطان

أثراً في عيوننا . ما وراء الطرف البنفسجي للطيف المرئي ، تأتي أشعة ما وراء البنفسجي والاشعة السينية وأخيراً أشعة غمّا النافذة والقصيرة جداً . وما وراء الطرف الأحمر ، نأتي أشعة ما تحت الأحمر والموجات الدقيقة وأخيراً الموجات الاشعاعية التي قد يبلغ طول موجاتها عدة كيلومترات .

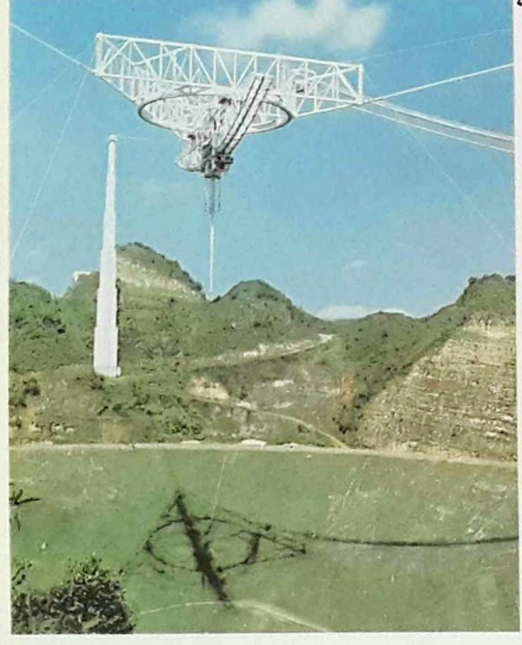
الموجات الاشعاعية الآتية من الفضاء

كان أول من اكتشف الموجات الاشعاعية الآتية من الفضاء كارل جانسكي (١٩٠٥ - ١٩٥٠) من الولايات المتحدة . وقد وقع ذلك صدفة عام ١٩٣١ . كان جانسكي ، وهو مهندس راديو ، يبحث عن طبيعة الشواش ، ففوجىء بالتقاط بثوث من الفضاء ، فاقتفى أثرها ، فقادته الى مجرة درب التبّانة . ثم نشر بعض الدراسات ، لكنه لم يتابع الموضوع حتى النهاية . لكن قبل الحرب العالمية الثانية ، صنع أمريكي اسمه ج . ريبر مرقباً

٣



٤



٥



على مسافة ٦٠٠٠ سنة ضوئية ، مما يسمح بالقول ان انفجار « المتجددة العظمى » الفعلي يجب ان يكون قد حصل في أزمنة ما قبل التاريخ . السرطان هو مصدر للموجات الرادوية . لكنه يبث ايضاً اشعاعات لموجات من مختلف الأطوال ، بحيث أصبح أكثر السدم نفعاً لعلماء الفلك ، بقدر ما نعلم ، ليس من شيء يجاريه في هذا المجال . تمكن رؤيته في مرقب صغير فيبدو رقعة باهتة سديمية بالقرب من نجم زيتا الثور ذي المرتبة الثالثة .

اشعاعياً طبقي الشكل . فتمكن بواسطته من رسم أول خريطة اشعاعية لهذه المجرة · خلال الحرب . وجد فريق بريطاني . برئاسة ج · س هاي . أن جهاز الرادار لم تكن تشوشه بثوث من ألمانيا . كما كان يظن في بادىء الأمر . بل موجات اشعاعية آتية من الشمس ·

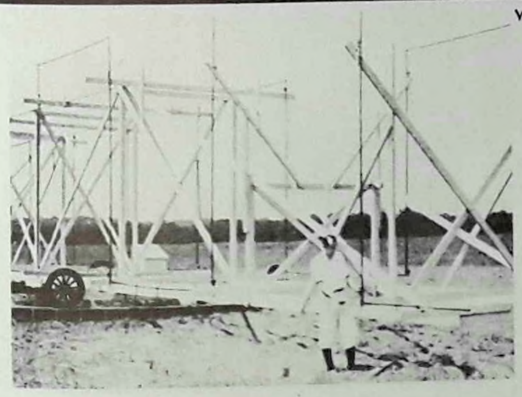
منذ ذلك الحين . صنعت عدة مراقب اشعاعية . ونشأ فرع جديد من فروع العلم مختص بالاشعاع · علمنا بفضل هذا العلم أن الشمس مصدر بثوث اشعاعية . لكنه مصدر غير قوي اذا قيس بالمعايير الكونية . وهو يلفت نظرنا لقربه من الأرض ؛ وان المشتري هو أيضاً مصدر موجات اشعاعية · غير اننا عرفنا ما هو أهم من ذلك . وهو أن أكثرية مصادر الاشعاع تقع بعيداً في الفضاء ما وراء النظام الشمسي ·

إشعاعات ما تحت الأحمر

وراء حدود الموجات الطويلة في المدى



(٦) - تمّ حتى الآن تحديد مواقع ما يقرب من ١٦٠ مصدراً للأشعة السينية الواقعة على طول مستوى المجرة الرئيسي . ويدل توزيعها على أنها تنتمي الى مجرتنا بالذات · كل سنة يكتشف المزيد من هذه المصادر . لكنها ليست جميعها ثابتة . فقد اكتشف قمر اريل الاصطناعي البريطاني مصدراً مرتفع الطاقة في الثور (بالقرب من سديم السرطان وغير مرتبط به) . لكنه لم يستمر سوى بضعة أشهر فقط خلال عام ١٩٧٥ .



(٧) - « ارتجل » كارل جانسكي هوائياً عام ١٩٣١ لدراسة الشواش بتكليف من شركة بل للهاتف . فاكتشف اثناء دراسته موجات رادوية صادرة عن درب التبانة . مما أدّى الى نشوء علم الفلك الاشعاعي الحديث .

المرئي . تمتد منطقة ما تحت الاحمر في الطيف الكهرطيسي . أكثر إشعاعات ما تحت الأحمر يمتَّصها الجوّ الأعلى وتدرس بواسطة معدّات تحملها اقمار اصطناعية . مع ذلك هناك « فتحات » قليلة تنفذ منها بعض هذه الاشعاعات الى جوّنا . فتصبح دراستها ممكنة من الأرض . لقد زوّدتنا هذه الدراسات بكثير من المعلومات حول تطور النجوم . مثلاً على ذلك، هناك نجوم فتية جدا، مثل المتغيرة V

(٨) ـ هذه البقعة الاشعاعية تبيّن ايضاً توزيع مراكز البث الاشعاعي السيني بالقرب من وسط المجرة . قوة البث تتفاوت فيما بين هذه المراكز . وأقواها أقربها الى الوسط .

١٠٥٧ في كوكبة الدجاجة . كانت تبدو لنا محاطة بغيوم من الغبار. فأظهر البحث أن الغبار الذي يسخّنه النجم الموجود في الغيمة يطلق فرطاً من اشعاعات ما تحت الأحمر . هناك ايضاً ظاهرات او أجرام لا تكشفها سوى تقنات ما تحت الحمراء . كجرم بيكلن داخل سديم الجبار (الجوزاء) . قد يكون هذا النجم نجماً ذا قوة هائلة . ولربما كان ضياؤه يفوق ضياء الشمس مليون مرة . لكنه لا يرى ابداً . لأن الضبابية تحجبه تماماً ولا يمر من خلالها سوى إشعاعات ما تحت الأحمر المتعثة منه .

أشعة ما فوق البنفسجي وأشعة غمّا والأشعة السينية

تقع اشعاعات ما فوق البنفسجي وأشعة غمّا والاشعة السينية وراء حدود الموجات القصيرة في المدى المرئي من الطيف الكهرطيسي . بما ان الاشعاعات من هذا النوع المرتفعة الطاقة (أي التي يكون طول موجاتها أقل من ٢٩٠٠ أ) يمتصها الجو الاعلى . أصبح لا بد . لدراستها . من استعمال معدات تحملها صواريخ أو أقمار اصطناعية . هناك عدة مصادر للأشعة السينية . لكن معظمها واقع في داخل مجرتنا . مع ان اشعاعات سينية تأتينا أيضاً من مصادر أبعد منها .

أشعة غمّا أيضاً تحتاج دراستها الى معدّات يحملها صاروخ . اصبح لعلم أشعة غمّا . على الرغم من حداثة عهده . امكانات كبيرة . لقد أحدث علم « الفلك غير المنظور » ثورة علمية وغدا الآن جزءاً راسخاً وأساسياً من البحوث الفلكية .

تطوُّر نظامنا الشمسيّ

من المسائل التي حيّرت البشرية . مسألة كيفية ظهور الأرض الى الوجود . لم تُعرض نظريات معقولة الا منذ وقت قريب نسبياً . وحتى اليوم ليس بالامكان التأكد من أن المشكلات الأساسية قد حُلّت . لكن لدينا الآن . على الأقل . بعض الحقائق الملموسة .

فكر خاطئة ثبت بطلانها

أقلع العلماء أخيراً عن فكرة أرض مركزية تدور الشمس حولها . وذلك خلال ما سمّي غالباً « بثورة كوبرنيكوس » . التي بدأت عام ١٥٤٣ بنشر كوبرنيكوس لكتابه « في دورانات الأجرام السماوية » والتي أتمها نهائياً عمل نيوتن في القسم الأخير من القرن التالي .



(١) - ظهر النظام الشمسي الى الوجود بمثابة كتلة من الغاز غير محددة الشكل . لم تكن حينذاك ثمة شمس حقيقية ولا انتاج طاقة نووية . بل كان الهيدروجين يشكل القسم الأكبر من الغاز .

(٢) - مع مرور الزمن . بدأت هذه الغمامة . التي يمكن اعتبارها سديما شمسياً . تتخذ لها شكلاً منتظماً . وحصل بعض الارتفاع في الحرارة . بالرغم من ان الشمس لم تكن بعد قد اتضحت معالمها .

(٣) - تابعت الغمامة الغازية تقلّصها تحت تأثير قوة التجاذب . وتجمّعت أكثر أجزائها كثافة في الوسط . هذه النقطة كانت موقع الشمس التي بدأت آنذاك تشعّ وصارت « نجماً » .

(٤) - عندما أصبحت الشمس أكثر ضياء . أخذ تناسق الغمامة الغازية يتضاءل . اذ ظهرت فيها تكثفات كانت قادرة على اجتذاب المواد المحيطة بها مشكّلة هكذا ما يمكن تسميته بالسيّارات البدائية .

(٥) - فيما كانت السيّارات البدائية تزداد حجماً وكتلة . كانت قوة جذبها تزداد أيضاً . وغدا باستطاعتها أن تجتذب اليها المزيد من المواد الموجودة

التقدير العصري يجعل عمر الأرض يتراوح بين ٤٥٠٠ و ٤٧٠٠ مليون سنة · يمكن التعويل على هذه الأرقام . بقدر ما تسمح لنا به معارفنا العصرية ·

تمّ الحصول على برهان لاحق على عمر الأرض من تحليلات الصخور التي جاءت بها من القمر بعثات أبولو الامريكية والمسابير الآلية السوفييتية · فأصبح معروفاً الآن ان القمر والأرض متجايلان تقريباً . ولا شك في أن هذا التقدير يصح أيضاً في السيارات الأخرى · كذلك لا بد من أن تكون الشمس من عمر السيارات على الأقل ·

أول النظريات العلمية

أول محاولة جدية لتفسير أصل النظام الشمسي بطريقة علمية قام بها عام ١٧٩٦ الرياضي الفرنسي بيار لا بلاس (١٧٤٩ - ١٨٢٧) . مع أن أفكاراً أخرى أقدم منها . وان

في مناطق السديم المجاورة ·

(٦) - بينما كان السديم الشمسي يتابع تقلصه . كانت السيارات البدائية تمتص منه المزيد من المواد . كما كان الاشعاع الشمسي يقوى أكثر فأكثر ·

(٧) - تابعت السيارات البدائية الرئيسية نموّها مجتذبة اليها المزيد من المواد القريبة منها بقوة جاذبيتها الخاصة . بحيث ان عدد السيارات البدائية راح يتناقص باستمرار ·

(٨) - بينما كانت السيارات البدائية تزداد حجماً . متخذة لها شكلاً كروياً . أخذ شكل النظام الشمسي المألوف يتبلور . وأصبحت الشمس آنذاك تشع الطاقة بسبب التفاعلات النووية الحرارية الجارية فيها ·

(٩) - خلال المدة الطويلة التي تكوّنت فيها السيارات . كانت الشمس قد أكملت تقلصها الاساسي وبدأت فترة استقرارها في سياقه الأساسي الذي سيدوم ١٠ مليارات سنة ·

(١٠) - قبل ما يقرب من ٥٠٠٠ مليون سنة . كان النظام الشمسي قد اتخذ شكله المعروف اليوم . شمساً مركزية مستقرة تحيط بها سياراتها ·

(١١) - بعد ٥٠٠٠ سنة من الآن . من الممكن ان تكون الشمس قد استنفدت مؤونتها من الهيدروجين وتغيّرت بنيتها . فيتقلص قلبها ويتمدد سطحها الى حد بعيد ·

(١٢) - في المرحلة التالية لتطور الشمس . سيحدث تمدد فيها الى حد العملقة الحمراء . مع زيادة ١٠٠ ضعف في السطوع . وسيزداد حجم كرتها مع الزيادة الاجمالية في انتاج الطاقة . وستتحطم السيارات الداخلية بدون ريب ·

(١٣) - ستبدأ الشمس . مع ارتفاع لاحق في حرارة قلبها . بإحراق هيليومها . مسببة بذلك ارتفاعاً سريعاً في الحرارة وزيادة في الحجم · سيصعب على الأرض الاستمرار في البقاء عند هذه المرحلة من التطور . اذ تكون الشمس قد تمددت الى خمسين ضعفاً ·

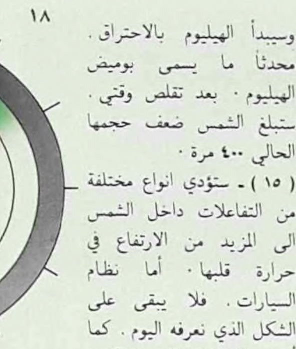
(١٤) - منذ هذه الفترة . ستصبح الشمس في أعلى درجة من عدم استقرارها . لها قلب مفرط الحرارة وجوّ متخلخل · وسيبدأ الهيليوم بالاحتراق . محدثاً ما يسمى بوميض الهيليوم · بعد تقلص وقتي . ستبلغ الشمس ضعف حجمها الحالي ٤٠٠ مرة ·

(١٥) - ستؤدي انواع مختلفة من التفاعلات داخل الشمس الى المزيد من الارتفاع في حرارة قلبها · أما نظام السيارات . فلا يبقى على الشكل الذي نعرفه اليوم . كما أن مؤونة الطاقة النووية تكون قد استنفدت تقريباً ·

(١٦) - عندما تستنفد الطاقة النووية كلياً . تنهار الشمس بسرعة . وتصبح . حسب القياس الكوني قزماً أبيض كثيفاً في غاية الضعف · ستظل مضيئة . لأنها ستظل تتقلص بفعل الجاذبية ·

(١٧) - المرحلة النهائية للشمس ستكون مرحلة قزم أسود خلو من كل نور وحرارة . وما يزال يحيط به ما تبقى من سياراته التي تكون قد ماتت · من الممكن ان تكون الأقزام السوداء منتشرة الآن في الكون . ولكن لا يمكن كشفها . لأنها لا تبثّ اشعاعاً ·

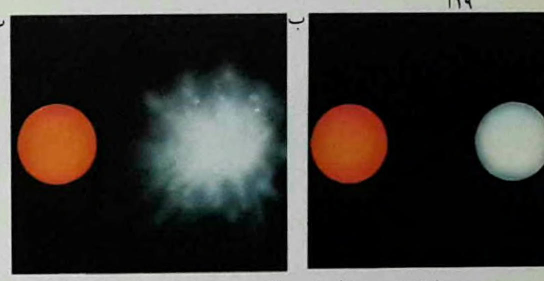
١٨

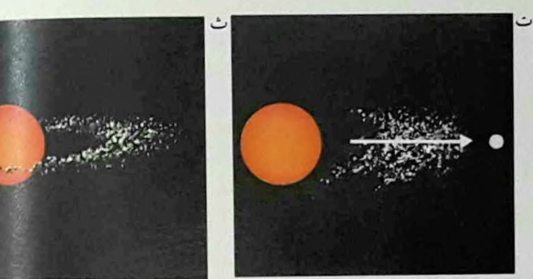


(١٨) - يمكن تمثيل المقياس الزمني للنظام الشمسي على ساعة كبيرة مقسّمة الى ١٢ وقتاً . رسم عليها ابتداء من الدائرة الداخلية نحو الخارج مدى حياة الشمس والسيارات الداخلية والأرض والسيارات الخارجية على التوالي · عند الساعة الثانية عشرة (١) تكوّن النظام الشمسي . بعد ٤٠٠٠ مليون سنة . كانت الشروط على الأرض ملائمة لظهور الحياة (٢) ؛ أخيراً تبتلع الشمس . كعملاق أحمر . السيارات الداخلية (٣) . ثم تنهار الى قزم أبيض (٤) . وتنهي حياتها قزماً أسود (٥) ·

تكن أقل علمية . افترضها قبله توماس رايت (١٧١١ ـ ١٧٨٦) في انجلترا وعمانويل كنط (١٧٢٤ ـ ١٨٠٤) في المانيا · حسب نظرية لابلاس السديمية (٢٢) . التي جاءت تفصيلاً لفكرة كان رينه ديكارت (١٥٩٦ ـ ١٦٥٠) قد اقترحها عام ١٦٤٤ . تكوّنت السيارات من غيمة غازيّة كانت تدور على محورها ؛ ثم تقلصت هذه الغيمة تحت تأثير الجاذبية ؛ وبينما كانت تتقلص . أخذت تفرز حلقات مختلفة . تكثّفت كل واحدة منها الى سيّار ·

لاقت النظرية السديمية قبولاً لسنوات عديدة · لكن عثر فيها بعد مدة على نقاط ضعف رياضية أساسية فعدل عنها · تبعها عدد من النظريات المستوحاة من فكرة المد والجزر . بما فيها الآراء التي اقترحها في أمريكا توماس تشمبرلين (١٨٤٣ ـ ١٩٢٨) وفورست مولتن (١٨٧٢ ـ ١٩٥٢) اللذان عادا

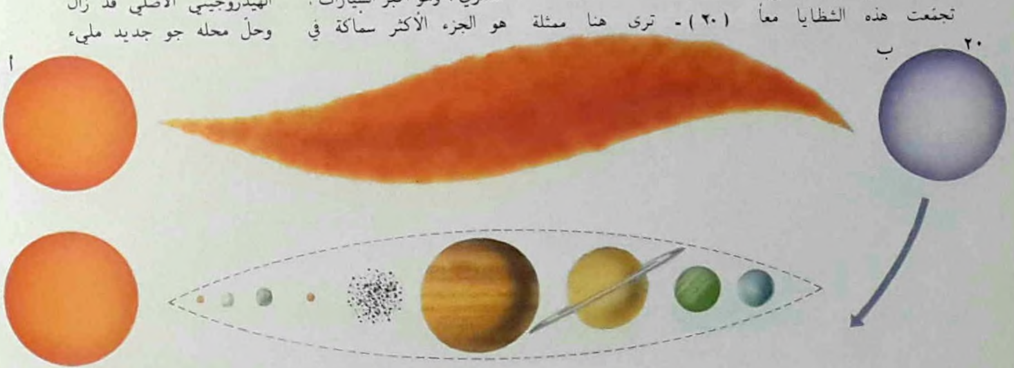




(١٩) ـ نظرية النجم الثنائي . كأصل للنظام الشمسي . اقترحها فريد هويل . قائلاً ان الشمس كان لها في ما مضى رفيق (أ) انفجر كما تنفجر المتجددات العظمى (ب) . ثم انطفأ تاركاً وراءه غمامة من الشظايا (ت) . تدور حول الشمس . تجمّعت هذه الشظايا معاً بعملية التسارع فكونت السيارات (ث) . بينما تبعثر ما تبقى من النجم المنفجر في الفضاء . فلم يعد بالامكان التعرف اليه الآن · هذه النظرية لا يمكن اقامة الدليل على صحتها ولا تلقى اليوم تأييداً واسعاً ·

(٢٠) ـ ترى هنا ممثلة نظرية المدّ والجزر التي اقترحها جيمس جينز ؛ اقترب نجم (أ) من الشمس (ب) . فانتزع من سطحها لساناً من المادة · بعد أن ابتعد هذا النجم المتجوّل . تحطم اللسان قطعاً . أصبحت كل واحدة منها سياراً يدور حول الشمس ؛ المشتري . وهو أكبر السيارات . هو الجزء الأكثر سماكة في اللسان السيجاري الشكل ·

(٢١) ـ بدأت حياة الأرض من مواد السديم الشمسي (أ) الذي لم يكن له في البدء شكل منتظم · عندما بلغت الأرض . حجمها الحالي (ب) . كان الجو الهيدروجيني الأصلي قد زال وحلّ محله جو جديد مليء



الى نظرية جورج دي بوفون الاصلية (١٧٤٥) التي كان جيمس جينز (١٨٧٧ - ١٩٤٦) قد أوضحها وبعثها في انجلترا (٢٠) · تفترض هذه النظرية ان السيارات تكوّنت تحت تأثير نجم عابر مرّ بالقرب من الشمس وانتزع لساناً ضخماً من مادتها ؛ بعد أن أنسحب النجم . بقي اللسان من المادة يدور حول الشمس . ثم انفجر الى قطرات . أصبحت كل قطرة منها سيّاراً ·

ب ت ث ج

الشمس مرحلة العملاق الأحمر . ستصبح حرارة الأرض مفرطة . وستغلي المحيطات ويتلاشى الجو (ث) وأخيراً تتحطم الأرض (ج) .

(٢٢) - تفترض النظرية السديمية التي أتى بها لابلاس ان النظام الشمسي . قبل ولادة السيارات . كان مؤلفاً من غمامة غازية تقلّصت . وان ذلك أدى الى زيادة في سرعة الدوران والى انفصال حلقة عن السديم . تكثفت فيما بعد . فأصبحت سياراً . مع الزمن قذفت حلقات أخرى . أصبحت كل واحدة منها سياراً .

بغازات قذفت من الداخل . هكذا أصبح بوسع الحياة أن تظهر الى الوجود · اليوم تدور الأرض المستقرة في فلك حول نجم مستقر مما يجعلها قابلة للسكن (ت) · لكن هذا الوضع لن يستمر الى ما لا نهاية له · فعندما تدخل

رأى أيضاً فريد هويل (١٩١٥ -) ان الشمس كانت نجماً ثنائياً (١٩) وان رفيقها انفجر كما تنفجر « المتجددات العظمى » . قاذفاً في الفضاء شظايا مبعثرة تكوّنت منها السيّارات · لكن هذا الرأي لم يلق سوى القليل من التأييد لدى علماء الفلك ·

مستقبل النظام الشمسي

تفترض النظريات الحديثة وجود ما يسمى بالسديم الشمسي . الذي كان يحتوي على المواد التي تكونت منها السيّارات تدريجاً بعملية من التنامي أو التعاظم · ما تزال التفاصيل الدقيقة موضوع نقاش · لكن النظرية في جوهرها تبدو صحيحة ·

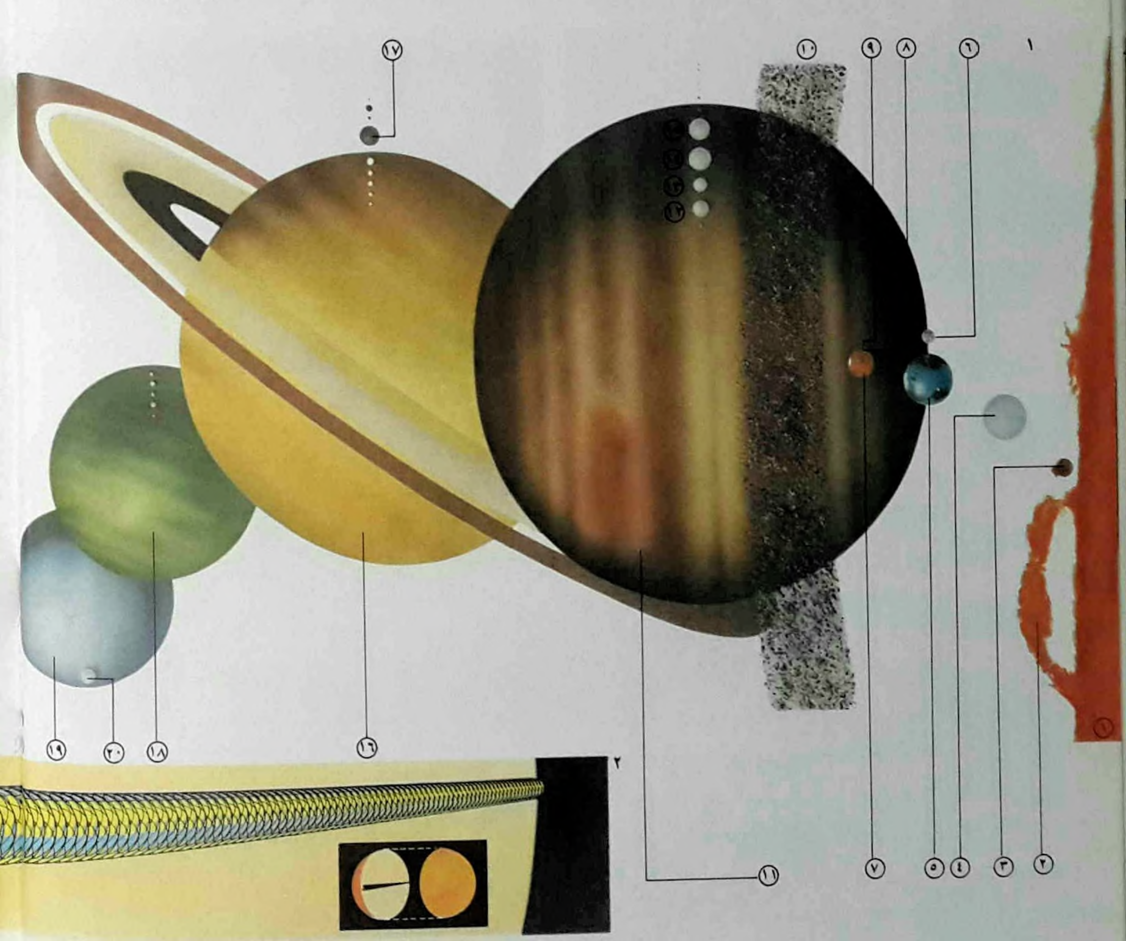
الشمس في الوقت الحاضر نجم ثابت · لكنه لن يظل على هذه الحال الى ما لا نهاية له · ففي المستقبل البعيد - ربما بعد ٥٠٠٠ مليون سنة أو ما يقرب من ذلك - سيضطر الى تغيير بنيته . وذلك لنفاذ المؤونة المتيسّرة من « وقود » الهيدروجين · ما سيحدث بالحقيقة هو أن الشمس ستتمدد الى أن تصبح نجماً عملاقاً أحمر . يبثّ ما يقرب من مائة ضعف الطاقة التي تبثها الشمس الآن · آثار هذا التمدد ستنزل كارثة بالسيّارات الداخلية . فأما تتحطم أو تفقد جوها وتصبح حارّة للغاية · في ما بعد . تنهار الشمس وتصبح نجماً قزماً ضعيفاً أبيض . تحيط به الأعضاء المتبقية من سيّارات نظامه · أما تفاصيل الزمان الدقيقة . فما تزال موضوع جدال · انما هناك شيء أكيد هو أن الحياة على الأرض لا تستطيع الاستمرار الى ما لا نهاية له . وأن النظام الشمسي في شكله الحالي لا بد أن يكون له وجود محدود ·

أعضاء نظامنا الشمسي

يتألف النظام الشمسي من نجم واحد ـ هو الشمس ـ وتسعة سيّارات رئيسية وأجرام مختلفة اقل اهمية منها . كالتوابع التي ترافق بعض السيارات · وجود النظام الشمسي مرتبط كليا بالشمس . التي هي الى حد بعيد الجرم الاضخم فيه . والوحيد الذي يضيء من ذاته · اما الأعضاء الأخرى . فتستمد ضوءها من الشمس وتعكسه . متألّقة في السماء تألّقا يجعل من الصعب علينا احيانا التذكر انها . في الكون ككل . ليست من الأهمية بقدر ما تبدو ·

فئتا السيارات

تُقسم السيارات الى فئتين مميزتين



بوضوح تام . تأتي ، في الدرجة الأولى ، اربعة سيارات صغيرة نسبيا ، هي عطارد والزهرة والأرض والمرّيخ . وتتراوح اقطارها بين ١٢٧٥٦ كلم للأرض انحدارا حتى ٤٤٨٠ كلم لعطارد . لهذه السيارات عدة خصائص مشتركة . فلجميعها مثلا قشر صلدة . ومن المحتمل ان تكون مؤلفة من مواد متشابهة . مع ان الأرض وعطارد اكثر كثافة من المريخ والزهرة .

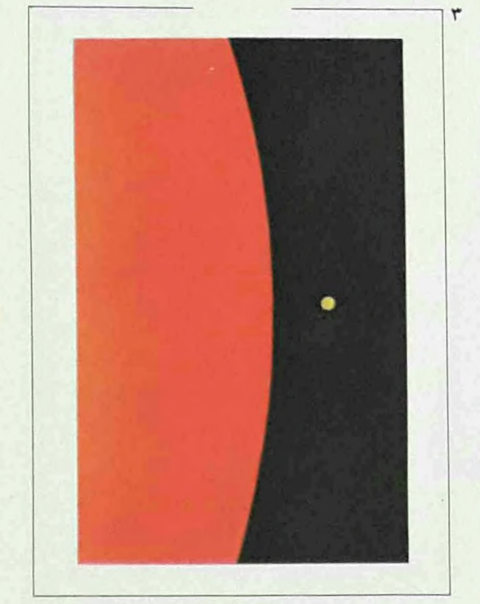
وراء المريخ ، فجوة واسعة تدور فيها آلاف الأجرام الصغيرة المعروفة بنجميّات الشكل او الكويكبات السيارة او السيارات الصغرى . انها من الصغر بحيث ان حتى اكبرها ، وهو سيريس ، لا يتعدى قطره ١٢٠٠ كلم تقريبا . وهو اكبر بكثير مما كان يُظن ، لكنه يظل صغيرا بمقاييس السيارات . ليس اذن مدهشا ان تكون الكويكبات السيارة قد بقيت مجهولة حتى وقت قريب نسبيا .

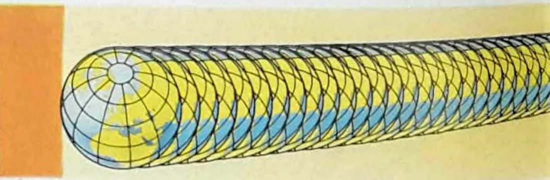
(١) ـ تظهر سيارات النظام الشمسي هنا على اساس مقياس واحد . الى اليمين جزء من الشمس (١) . ومن سطحها يبرز نتوء ضخم (٢) مكوّن من غازات متوهّجة . ثم تأتي السيارات الداخلية وهي : عطارد (٣) والزهرة (٤) والأرض (٥) وقمرها (٦) ثم المريخ (٧) . للمريخ قمران تابعان قزمان ، هما فوبوس (٨) وديموس (٩) . وقد ضخّما هنا (لو عرضا بالمقياس الصحيح ، يصبحان من الصغر بحيث لا تمكن رؤيتهما الا بالمجهر) . ثم تأتي الكويكبات او النجيمات (١٠) التي لا يتعدى قطر اكبرها ١٠٠٠ ـ ١٢٠٠ كلم . وراء هذه تقع السيارات العملاقة : المشتري (١١) . مع اقماره التابعة الضخمة الأربعة ، وهي يو (١٢) واوربا (١٣) وغانيميد (١٤) وكليستو (١٥) ؛ زحل (١٦) . مع حاشيته من التوابع التي اكبرها تيتان (١٧) ؛ اورانوس (١٨) . مع خمسة توابع ؛ نبتون (١٩) . مع تابعه الضخم تريتون (٢٠) ؛ اخيرا بلوتو (٢١) .

(٢) ـ للشمس ، كما تبدو هنا في مقطع عرضي ، قطر استوائي يبلغ ١٠٩ أضعاف قطر الأرض ، اي ١ ٣٩٢ ٠٠٠ كلم . مع ان حجمها يفوق حجم الأرض بأكثر من مليون مرة ، لا تتعدى كتلتها ٣٣٣ ٠٠٠ ضعفاً كتلة الأرض . لأنها اقل كثافة (معدل ثقلها النوعي هو ١،٤ باعتبار ثقل الماء النوعي هو ١) .

(٣) ـ الشمس نجم قدره + ٥ ، وهي الجرم الذي يتوقف عليه النظام الشمسي بكامله . يفوق حجمها مليون ضعف حجم الأرض . انها في الواقع اكثر كثافة من جميع السيارات مجتمعة ، ومع ذلك ، فهي صغيرة ، اذا ما قورنت بنجم جبار . تبدو الشمس في الرسم بجانب نجم جبار احمر ، هو قسم من منكب كوكبة الجبار (الجوزاء) . هذا النجم هو من الفئة الطيفية م ٢ ، وهو كثير البرودة ، وقطره يفوق ٣٠٠ ـ ٤٠٠ مرة قطر الشمس ، وكرته من الكبر بحيث يمكنها ان تحوي مدار الأرض .

٣





بعيدا وراء منطقة الكويكبات الرئيسية ، تأتي السيارات العملاقة الأربعة : المشتري وزحل واورانوس ونبتون · هذه العوالم تختلف كثيرا عن السيارات الأرضية : فهي مائعة (اي مجرد غازات او سوائل) . بدلا من ان تكون اجساما صلدة ؛ ولها اجواء كثيفة جدا ؛ كتلها كبيرة الى حد انها تمكنت من الاحتفاظ بالكثير من هيدروجينها الأصلي ؛ سرعة الافلات لديها شديدة ؛ فسرعة افلات المشتري مثلا تبلغ **٦٠** كلم في الثانية بمقابل **١١,٢** كلم فقط للأرض ؛ ابعادها الأساسية عن الشمس تتراوح بين **٧٧٨** مليون كلم للمشتري و **٤٤٩٧** مليون كلم لنبتون ·

المقارنة بين السيارات العملاقة

للسيارات العملاقة اوجه شبه عديدة . مع انها تختلف خصوصا في التفاصيل · فكثافاتها منخفضة نسبيا . ولا تبلغ كثافة زحل كثافة

٤
٧٢٠٠ مليون كلم
٦٤٠٠
٥٦٠٠
٤٨٠٠
٤٠٠٠
٣٢٠
٢٤٠٠
١٦٠٠
٨٠٠
٠
٨٠٠
١٦٠٠
٢٤٠٠
٣٢٠٠
٤٠٠٠
٤٨٠٠
نبتون
بلوتو
٦٤٠٠ مليون كلم ٦٠٠٠ ٥٦٠٠ ٥٢٠٠ ٤٨٠٠ ٤٤٠٠ ٤٠٠٠ ٣٦٠٠

(٤)- خريطة النظام الشمسي هذه تظهر الميل المداري التقريبي لكل من السيارات التسعة على شبكة تعطي الأبعاد بالكيلومترات · القياسات التالية تعيّن قطر خط استواء السيارات ومدة دورانها · المدة الفلكية هي الوقت الذي يقضيه كل سيار ليقوم بدورة كاملة حول الشمس

عطارد :

البعد عن الشمس : متوسطه ٥٨ مليون كلم .
القطر : ٤٨٨٠ كلم . مدة الدوران : ٥٨,٧ يوماً أرضيّاً - الكتلة : ٠,٠٥ من كتلة الأرض . جاذبيّة السطح : ٠,٣٧ من جاذبيّة الأرض . سرعة الإفلات : ٤,٢ كلم في الثانية . المدّة الفلكيّة : ٨٨ يوماً أرضيّاً .

الزهرة :

البعد عن الشمس : متوسّطه ١٠٨٢٠٠,٠٠٠ كلم . القطر : ١٢١٠٠ كلم . مدة الدوران : ٢٤٣ يوماً أرضيّاً . الكتلة : ٠,٨٢ من كتلة الأرض . جاذبية السطح : ٠,٩٠ من جاذبيّة الأرض . سرعة الإفلات : ١,٣٦ كلم في الثانية . المدّة الفلكيّة : ٢٢٤,٧ يوماً أرضيّاً .

الأرض :

البعد عن الشمس : متوسّطه ١٤٩٥٩٦٠٠٠ كلم . القطر (الاستوائي) : ١٢٧٥٥ كلم . القطر القطبي : ١٢٧١٤ كلم .

زحل :

البعد عن الشمس : متوسّطه ١٤٢٧ مليون كلم . القطر (الاستوائي) : ١٢٠٠٠٠ كلم . مدة الدوران (الاستوائي) : ١٠ س و١٤ د - الكتلة : ٩٥ من كتلة الأرض . جاذبيّة السطح ١,١٣ من جاذبيّة الأرض . سرعة الإفلات : ٣٦ كلم في الثانية . المدّة الفلكيّة : ٢٩,٤٦ سنة أرضيّة .

أورانوس :

البعد عن الشمس : معدّله ٢٨٦٩٦٠٠٠٠٠ كلم .
المدة الفلكية : ٨٤ سنة .

نبتون :

البعد عن الشمس : متوسّطه ٤٤٩٧ مليون كلم .
المدة الفلكيّة : ١٦٤,٨ سنة .

بلوتو :

البعد عن الشمس : ٥٩٠٠ مليون كلم .
المدة الفلكيّة : ٢٤٨,٥ سنة .

مدّة الدوران : ٢٣ س و٥٦ د . سرعة الإفلات : ١١,٢ كلم في الثانية . المدّة الفلكيّة : ٣٦٥,٢ يوماً . الميل المحوري : ٢٣,٥° .

المريخ :

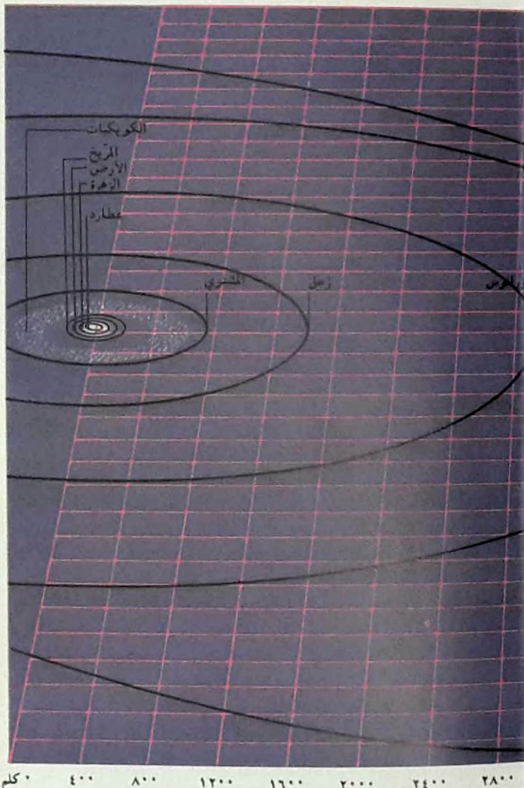
البعد عن الشمس : متوسّطه ٢٢٧٩٤٠٠٠٠ كلم . القطر : ٦٧٩٠ كلم . مدة الدوران : ٢٤ س و٣٧ د و٢٣ ث . الكتلة : ٠,١١ من كتلة الأرض . جاذبيّة السطح : ٠,٤ من جاذبية الأرض . سرعة الإفلات : ٥ كلم في الثانية . المدّة الفلكيّة : ٦٨٦,٩٦ يوماً أرضيّاً .

الماء . مع ان المشتري لا يُرى الا بفضل ضوء الشمس المنعكس عليه ، فأنه يولِّد من ذاته بعض الحرارة . لا بد ان تكون حرارته الداخلية مرتفعة ، لكن ارتفاعها لا يكفي لإحداث تفاعلات نووية ، لذلك لا يمكن مقارنة المشتري بنجم كالشمس .

السيارات الخارجية

منذ الأزمنة البعيدة ، عرفت خمسة من السيارات ، هي عطارد والزهرة والمريخ والمشتري وزحل ، وذلك لأنها أجرام تُرى بالعين المجردة . لم يكتشف اورانوس الذي يُرى بصعوبة بالعين المجردة الا عرضا عام ١٧٨١ على يد وليم هرشل (١٧٣٨ - ١٨٢٢) . اما نبتون فقد اضيف الى لائحة السيارات المعروفة عام ١٨٤٦ ، نتيجة لتحريات رياضية متعلقة بحركات اورانوس . لجميع السيارات العملاقة توابع : فللمشتري ثلاثة عشر ، ولزحل عشرة ، ولأورانوس خمسة ولنبتون اثنان . لكثير من هذه التوابع حجم سيّاري وأقطار تعادل على الاقل قطر عطارد .

أبعد السيارات المعروفة هو بلوتو ، الذي اكتشفه الفلكيون من مرصد لووَل في فلاغستاف بأريزونا عام ١٩٣٠ . انه ليس عملاقا ، فهو اصغر من الأرض ، ويعتبر عادة سيّارا من نوعها ، مع ان ما نعرفه عنه لا يزال ضئيلا . خلافا لأكثر السيارات ، التي لها ميول مدارية خفيفة شبيهة بميل الأرض (يبلغ الفرق ٧ درجات لعطارد واقل من ذلك بكثير للسيارات الأخرى) ، يميل مدار بلوتو بزاوية شديدة الانحدار نسبيا تبلغ ١٧ درجة ، فينحرف هذا المدار عن المدار الدائري الى حد ان السيّار ، عند اقترابه من الحضيض الشمسي (اي اقرب نقطة الى الشمس) ، يصبح اقرب الى الشمس من نبتون . في الواقع ، يبدو بلوتو كأنه من طبقة خاصة به ، ومن الممكن انه كان اصلا تابعا لنبتون ثم حصل على استقلاله . اما اذا كان هناك بعض السيارات وراء مدار بلوتو ، فذلك من شأن المزيد من التقدم التكنولوجي ان ينبئنا عنه .



المشتري : البعد عن الشمس : متوسّطه ٧٧٨٣٠٠٠٠٠ كلم . القطر (الاستوائي) : ١٤٣٠٠٠ كلم . مدة الدوران (الاستوائي) : ٩ س و٥١ د . الكتلة : ٣١٨ من كتلة الأرض . جاذبية السطح : ٢,٦٤ من جاذبية الأرض . سرعة الإفلات : ٦٠,٢٢ كلم في الثانية . المدة الفلكيّة : ١١,٨٦ يوماً أرضياً .

القمر

القمر اقرب بكثير الى الأرض من اي جرم آخر في السماء · لا يتعدى بعده عن الأرض معدل ٣٨٤٠٠٠ كلم ، وهو ما يعادل تقريبا عشرة اضعاف طول خط الاستواء الأرضي · انه جرم صغير (١) ، قطره ٣٤٧٦ كلم ، وكتلته لا تتعدى ٨١ / ١ من كتلة الأرض ، وسرعة افلاته تبلغ ٢.٤ كلم في الثانية وهي لا تكفي للاحتفاظ بجوّ ذي شأن ·

حركات القمر

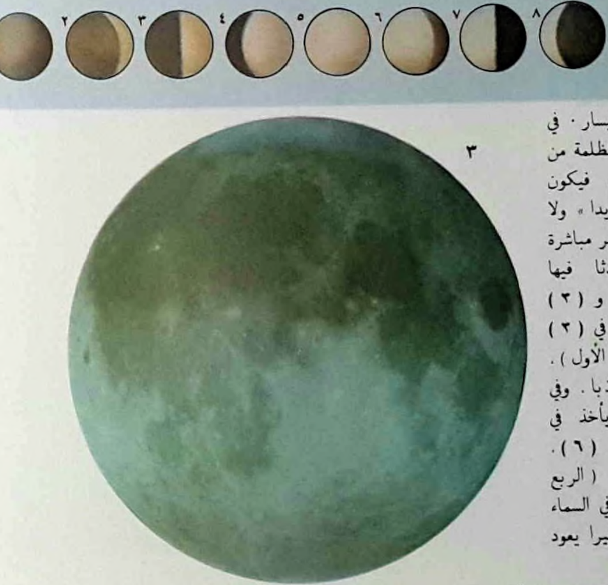
ليس صحيحا كل الصحة القول ان القمر يدور حول الأرض · الأصح ان نقول ان الأرض والقمر يدوران حول « مركز الكتلة » او مركز ثقل النظام الشمسي · لكن لما كان





(١) ــ القمر جرم صغير اذا ما قورن بالأرض · فكتلته اقل من كتلتها بكثير ، ووزنه النوعي اخف من وزنها · لكن التفاوت بين الأرض والقمر اقل مما هو عليه بين السيارات الأخرى وأقمارها التابعة · فاكبر توابع نبتون مثلا ، وهو تريتون ، لا تتعدى كتلته ٧٥٠ / ١ من كتلة هذا السيّار ·

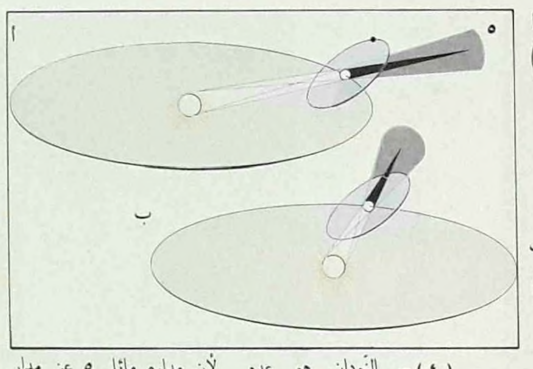
(٢) ــ ان ما يسبب اوجه القمر هو ان القمر ليس نيّرا في ذاته ، فجهته المضاءة بضوء النهار تعكس نور الشمس ، ووجهه الليلي يعكس ظل الأرض · في الرسم يأتي ضوء الشمس من أعلى اليسار · في (١) تتجه الناحية المظلمة من القمر نحو الأرض ، فيكون القمر اذ ذاك « جديدا » ولا تمكن رؤيته الا اذا مر مباشرة امام الشمس محدثا فيها كسوفا ؛ بين (١) و (٣) يكون القمر هلالا ، في (٣) يكون نصفا (الربع الأول) ، في (٤) يكون محدّبا ، وفي (٥) بدرا · ثم يأخذ في التناقص ، فيتحدّب (٦) ، ويصبح نصفا (الربع الاخير) ، ثم هلالا في السماء الصباحية (٨) ، واخيرا يعود « جديدا » ·



(٣) ــ ترى هنا « البحار » المظلمة والمرتفعات الساطعة في القمر البدر · تشرف فوّهة تيكو على نصف الكرة الجنوبي · « الفجوة الوسطى » ، التي صوّرها ابولّو ١٠ ، هي احدى المناطق البحرية الملساء نسبيا ·

مركز الكتلة ، بسبب الاختلاف بين كتلتي الجرمين ، واقعا داخل الكرة الأرضية ، اصبح القول بأن « القمر يدور حول الأرض » مفيدا لأغراض كثيرة · مدّة القمر الفلكية هي **٢٧,٣** يوما ، وهذه هي ايضا مدة دورانه حول محوره ، ونتيجة لذلك يظل نصف كرته الواحد متجها دائما نحو الأرض ·

ليس مسار القمر دائريا تماما ، لذلك يتغير القطر الظاهر لقرصه تغيّرا طفيفا · اوجهه المألوفة تعود الى انه لا يدير دائما جهته النيّرة نحو الأرض (٢) · يسمّى الحد بين الوجه النهاري والوجه الليلي بالخيط الفاصل · سطح القمر غير منتظم · ففي الوقت الذي تلتقط فيه احدى قممه ضوء الشمس الشارقة ، يكون الحضيض تحتها لا يزال في الظلام · قبل رحلة السيّار لونا ٣ حول القمر عام **١٩٥٩** ، لم نكن نعرف شيئا بوضوح عن ناحيته الأخرى غير المرئية · من شأن الظاهرة



(٤) ـ النّودان هو عدم الانتظام في حركة القمر · يحدث النّودان في خط العرض (أ) ، عندما يميل محور القمر نحو مستواه المداري ، فيسمح بمشاهدة القطبين الشمالي (ت) والجنوبي · ويحدث النّودان في خط الطول (ب) ، عندما تتغير قليلا سرعة دوران القمر حول الأرض ، فتبلغ اقصاها عند الحضيض (١) وأدناها عند الأوج (٣) · يمكن ملاحظة ذلك بتتبع موضع النقطة (٥) على طول مواقعها في المدار من (١) الى (٤) ·

(٥) ـ لا يحدث الخسوف دائما كلما كان القمر بدرا لأن مداره مائل ٥ عن مدار الأرض · ففي اكثر الحالات ، يمر البدر اما فوق الظل الحاصل عن الأرض او تحته (أ) ·



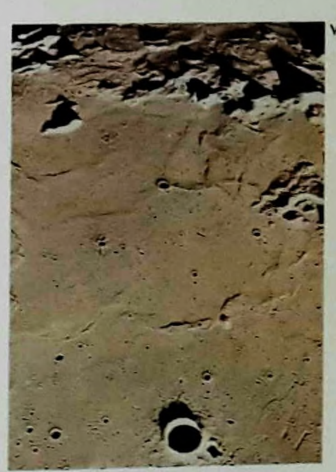
(٦) ـ خلال خسوف كامل (أ) ، لا يختفي القمر تماما ، لأن جو الأرض يعكس كمية ما من الضوء على سطحه · لذلك لا يكون ابدا الحد الفاصل بين النور والظلمة واضحا · تحدث ايضا خسوفات جزئية (ب) · وعندما يمر القمر في منطقة « شبه الظل » الواقعة على احد جانبي مخروط الظل الرئيسي ، يصبح الأثر المرئي اقل وضوحا ·

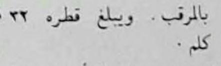
المعروفة بنودان القمر (٤) (وهي عدم الانتظام في حركته) ان توسّع المنطقة المرئية الى مجموع ٥٩ ٪ من السطح بكامله (مع انها لا تتعدى ٥٠ بالمائة في كل مرة واحدة).

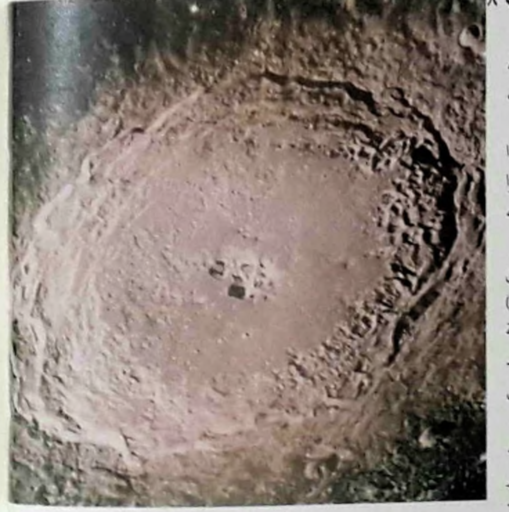
النظريات حول اصل القمر

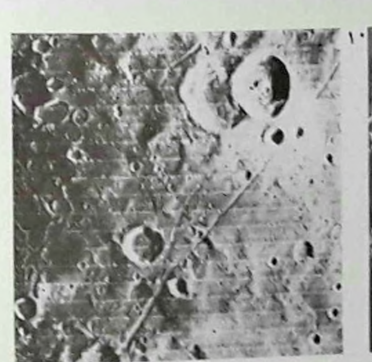
مع ان القمر يصنّف تابعا للأرض، فأنه يبدو من الضخامة بحيث يصعب اعتباره جرما ثانويا. في النظام الشمسي توابع اخرى اضخم من قمر الأرض (ثلاثة اعضاء في اسرة المشتري وواحد في اسرة زحل وواحد في اسرة نبتون). الا انها جميعا تدور حول سيّارات عملاقة. فتريتون مثلا، المرافق الأكبر لنبتون، ليس له سوى ٧٥٠ / ١ من كتلة هذا السيّار، مع انه قد يكون اضخم من السيّار عطارد، واضخم من القمر بلا شك.

ما دام الأمر كذلك، اصبح من الجائز اعتبار نظام الأرض والقمر بمثابة سيّار









(٧) - «الفجوة الوسطى»، التي صوّرها ابولو ١٠، هي احدى المناطق البحرية الملساء نسبيا.

(٨) - لفوّهة لنغرينوس الكبرى جدران مصطبة ضخمة مع مجموعة معقدة من الجبال المركزية.

(٩) - صورت هنا جبال الأبنين القمرية بعاكس قطره ٣٠ سم. ترتفع اعلاها الى ٤٥٧٠ مترا فوق السهول.

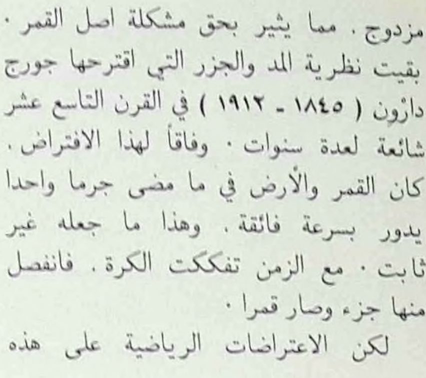
(١٠) - جزء من اخدود سرساليس. وهو انهيار يرى بالمرقب. ويبلغ قطره ٣٢ كلم.

(١١) - صوّر ابولو ١٠ هذه الفوّهة الصغيرة في الطرف الأقصى من القمر.

(١٢) - يبدو كلافيوس، اذا صوّر من الأرض، سهلا مسوّرا عرضه ٢٣٠ كلم وترتفع فوقه فوّهات.

(١٣) - صورة فوتوغرافية من مسبار فضائي (اوربيتر) لجدران تصل بين ثلاثة سهول، فرا مورو وبونبلاند وبارّي. وهي مثال نموذجي لجدران خارجية متصدّعة.

(١٤) - «الجدار المستقيم». وهو اشهر صدوع القمر المعروفة. ينيره ضوء الشمس.



مزدوج . مما يثير بحق مشكلة اصل القمر ·

بقيت نظرية المد والجزر التي اقترحها جورج داروِن (١٨٤٥ - ١٩١٢) في القرن التاسع عشر شائعة لعدة سنوات · وفاقاً لهذا الافتراض ، كان القمر والأرض في ما مضى جرما واحدا يدور بسرعة فائقة ، وهذا ما جعله غير ثابت · مع الزمن تفككت الكرة ، فانفصل منها جزء وصار قمرا ·

لكن الاعتراضات الرياضية على هذه النظرية حملت اكثر علماء الفلك على التخلي عنها في اي شكل من اشكالها · المرجّح اليوم ان القمر والأرض تكوّنا معا من السديم الشمسي بطريقة واحدة ، فظهرا الى الوجود اما متقاربين في الفضاء كما هما الآن ، او مستقلين الواحد عن الآخر استقلالا تاما · في هذه الحالة الاخيرة ، تكون الأرض في ما بعد قد اوقعت القمر في الأسر ، جاعلة منه تابعا لها ·





١٣

معالم سطح القمر : البحار والفوّهات

رُسمت أولى الخرائط المرقبية للقمر عام ١٦٠٩ · قد يعود حق الاولوية في ذلك الى توماس هريوت (١٥٦٠ - ١٦٢١) الذي رسم خريطة للقمر تظهر فيها عدةمعالم بوضوح · لكن ابتداء من عام ١٦١٠ ، قام غاليليو بدراسة للقمر اطول واكثر منهجية ، وصف فيها الجبال والفوّهات والسهول الرمادية اللون بشيء من التفصيل · وقد سمّى المناطق الرمادية « بحارا » ، ولم تتغير هذه التسميات .

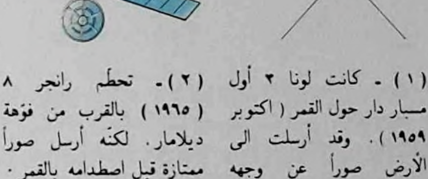
تبدو بعض البحار الخالية من الماء ، كالفوّهات المنتظمة ، متفاوتة الاستدارة وتحيط بها حافات جبلية · تحيط مثلا ببحر المطر الواسع جبال الأبنين وجبال الكربات وجبال الألب ، غير ان تخومها غير متصلة وتفصل بينها ثغرات واسعة · جبال الأبنين (٩) هي اضخم ما في السلسلة ، وتبلغ اعلى قممها ارتفاعا يربو على ٤٥٧٠ م ·

من المعالم الجبلية الاخرى تلال ، وقباب ذات منحدرات معتدلة فيها غالبا فوّهة واحدة او عدة فوّهات ، وصدوع احيانا ، وشقوق تدعى اخاديد · بعض هذه المعالم يمكن مشاهدتها حتى بالعين المجردة ·

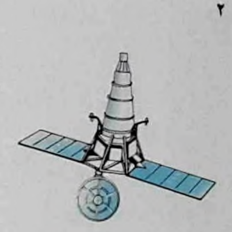
الرحلات إلى القمر

أصبحت الرحلات الى القمر امكانية عملية ، بعد افتتاح عصر الفضاء في اكتوبر عام ١٩٥٧ ، عندما أرسل الاتحاد السوڤييتي سبوتنيك ١، وهو قمر اصطناعي ، ليدور حول الأرض . بعد سنتين ، أرسل السوڤييت ثلاث مركبات في بعثات قمرية : لونا ١ ، التي مرّت بجانب القمر وأرسلت معلومات مفيدة وخصوصاً عن خلو القمر من حقل مغنطيسي ذي شأن ؛ لونا ٢ ، التي تحطّمت عند هبوطها على القمر في بحر المطر في شهر سبتمبر عام ١٩٥٩ ؛ ولونا ٣ (١) ، التي دارت حول القمر في شهر أكتوبر وأرسلت أولى الصور الفوتوغرافية للوجه الآخر من القمر ، فتبيَّن أنه جبلي مندّب بالفوّهات ومجدب .

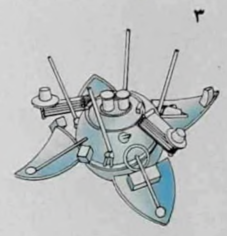
١

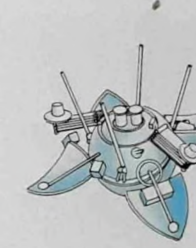


٢

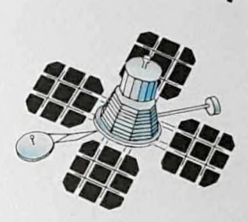


٣





٤



(١) - كانت لونا ٣ أول مسبار دار حول القمر (اكتوبر ١٩٥٩) . وقد أرسلت الى الأرض صوراً عن وجهه الآخر .

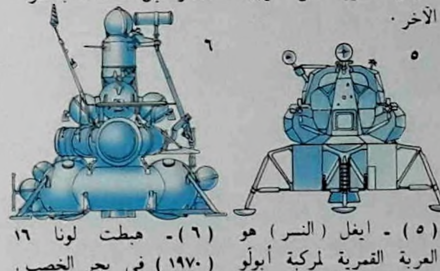
(٢) - تحطّم رانجر ٨ (١٩٦٥) بالقرب من فوّهة ديلامار . لكنّه أرسل صوراً ممتازة قبل اصطدامه بالقمر .

(٣) - كانت لونا ١٣ أول مسبار حط بنجاح على سطح القمر (٢١ ديسمبر ١٩٦٦) وأرسل صوراً عنه مأخوذة عليه .

(٤) - كان أوربيتر ٥ (١٩٦٨) الأخير من سلسلة الأوربيترات التي أتمت تصوير القمر بكامله .

٥

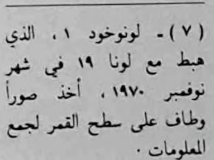
٦



(٥) - ايغل (النسر) هو العربة القمرية لمركبة أبولّو ١١ ، التي أقلّت أرمسترونغ والدرين الى بحر السكون على سطح القمر (١٩٦٩) .

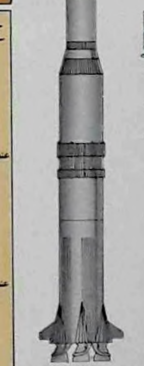
(٦) - هبطت لونا ١٦ (١٩٧٠) في بحر الخصب ، وجمعت عيّنات من المواد القمرية وعادت بها الى الأرض .

٧

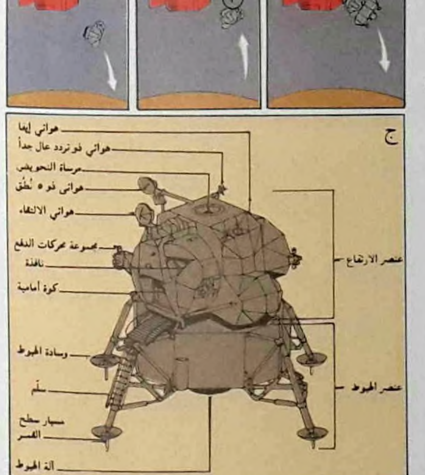


(٧) - لونوخود ١ ، الذي هبط مع لونا ١٩ في شهر نوفمبر ١٩٧٠ ، أخذ صوراً وطاف على سطح القمر لجمع المعلومات .

أ



٨



الاستكشافات الأولى بواسطة الآلات

افتتح برنامج رانجر الأمريكي (٢) مرحلة جديدة في معرفة الانسان للقمر · فقد صمّمت مركبات رانجر لارسال صور فوتوغرافية عن مجال قريب قبل أن تتحطم على سطح القمر ·

في شهر يناير عام ١٩٦٦ ، أحرز الاتحاد السوڤييتي انتصاراً باهراً بانزال مسبار تلقائي ، هو لونا ٩ ، انزالا رفيقاً على سطح القمر · مما قام به هذا المسبار، أنه التقط صوراً لمنظر يبدو بوضوح كسهل من الحمم تملؤه النتوءات وحفر الفوّهات · لكنه كانت له ايضاً أهميّة خاصّة . لأنه قضى نهائياً على نظرية غريبة كانت تقول ان بحار القمر ملأى بغبار ناعم غدّار متراكم على عمق عدّة مئات من الأمتار · فقد بيّن الهبوط على سطح القمر بالعكس ان سطحه صلب بما فيه الكفاية لتحمل ثقل سفينة فضائية (١٣)

(٨) ـ استعمل برنامج أبولّو القمريّ صاروخ ساتورن ٦ (أ) لنقل المركبة الفضائية المؤلفة من العربة القمرية (١) وسفينة القيادة وعربة الخدمة (٢) · هبطت العربة القمرية على القمر . مقلّة رائدي الفضاء (ب) · بعد أتمام المهمة . انفصل جزؤها الأعلى (٣) عن جزء الهبوط وارتفع في مدار (ت) لملاقاة عضو البعثة الثالث الذي كان مايزال في سفينة القيادة دائراً حول القمر · عندئذ ألقيت العربة (ث) على القمر فتحطمت · تظهر هنا العربة القمرية بتفاصيلها (ج) ·

٩

(٩) ـ في طرد أبولّو ١٧ الاختباري لسطح القمر محطة ومولّد حراري (١ و ٢) لتأمين الطاقة الرئيسية الضرورية لاجراء الاختبارات يحلّل اختبار التركيب الجوي (٣) بقايا الجو القمري ، ويكشف اختبار المقذوفات والشهب (٤) عن صدمات الأجسام النيزكية ، كما يقيس مقياس الجاذبية (٥) أية شذوذات في الجاذبية ، كذلك يتولى اختبار السماعة الأرضية احداث انفجارات اصطناعية تساعد على دراسات طبقات سطح القمر، هناك ايضا اجهزة لقياس الزلازل (٧) ومعدّات (٨) لأخذ عيّنات جوفيّة ، أما اختبار التيارات الشمسية (٩) فقد أجري في بعثات سابقة لأبولّو ·

١٠

(١٠) ـ استعمل رواد الفضاء عربة التجوال التي حملتها الأبولّونات الأخيرة الثلاثة (١٥ و ١٦ و ١٧) للتنقل فيها على سطح القمر الى مسافات بعيدة بسرعة تتراوح بين ٨ و ١٦ كلم / س ·

١١

(١١) ـ هذه الصورة الشمسية التي تمثّل منظرا قمريا . والمأخوذة ابّان رحلة ابولّو ١١. تبيّن عدة تفاصيل لسطح القمر صادفها الرواد الفضائيون ·

على الاقل .

خلال السنتين اللتين عقبتا أغسطس عام ١٩٦٦ ، رسمت خريطة القمر بكمال متفاوت . فقد دارت خمس عربات فضائية أمريكية (٤) حول القمر في مسارات قريبة منه وأرسلت صوراً دقيقة مدهشة .

تابع الاتحاد السوفيتي برنامج الاستكشاف بواسطة الآلات خلال السبعينات . وقد حقق انتصاراً باهراً مع لونا ١٦ ، التي هبطت عام ١٩٧٠ في بحر الخصب ، ثم عادت حاملة عيّنات من الصخور القمرية . في ما بعد ، خلال السنة نفسها ، هبطت لونا ١٧ في بحر المطر ؛ فخرج منها لونوخود ١ (٧) ، وهو مركبة ذات ثماني عجلات . ثم تبعها لونو خود ٢ عام ١٩٧٣ .

البشر على القمر

بدءاً من منتصف الستينات ، ركّز

١٢

١٣

١٤

١٥أ

ب

ت

ث

ج



(١٢) - أقام أرمسترونغ وألدرين خلال رحلة أبولو ١١ مرجفة لقياس أرتجافات التربة . تشبه المرجفات المستعملة على الأرض ، لكنها تصبح أكثر حساسية على القمر توقفت هذه المرجفة عن العمل بعد فترة قصيرة ، لكن أدوات أخرى مشابهة ، بيّنت أن القمر لا يخلو من بعض الارتجافات الخفيفة ، وأنها تحدث تكراراً .

الامريكيون اهتمامهم على برنامج أبولّو الرامي الى ارسال الناس الى القمر. بلغ البرنامج ذروته في يوليو عام ١٩٦٩ . عندما غادر نيل أرمسترونغ (١٩٣٠ -) وادوين ألدرين (١٩٣٠ -) عربتهما القمرية « النسر » (٥) ، وهي العربة التي هبطت على القمر من مركبة أبولّو ١١ (٨) ، وخطوا « الخطوة التاريخية القصيرة » على سطح القمر. بعد أن جمعا عيّنات من المواد القمرية (١٤) ، وتركا وراءهما آلات مسجلة . عادا الى مركبتهما والتحقا بعضو بعثتهما الثالث

في العام ذاته . خرج أبولّو ١٢ . فهبط رائدا الفضاء تشارلز كونراد (١٩٣٠ -) وآلان بين (١٩٣٢ -) بالقرب من مسبار تلقائي سابق (سورفيور ٣) وتمكنا من أعادة أجزاء منه الى الأرض.

منذ ذلك الحين . هبطت أربع مركبات أبولّو أخرى. انتهت السلسلة عام ١٩٧٢ مع أبولّو ١٧ الذي هبط في منطقة طوروس ليترو بقيادة أوجين سرنان (١٩٣٤ -) وهرّيسون شميت (١٩٣٥ -) العالم الاختصاصي بطبقات الأرض.

كانت كلّ بعثة ناجحة تترك على سطح القمر ما سُميَّ « طرد أبولّو الاختباري لسطح القمر » وبالانجليزية « ألسيب » (٩) . بفضل ذلك أجريت تحقيقات وأبحاث مختلفة وتقدّمت معرفتنا بالقمر تقدماً هائلاً.

منظر القمر

الظروف السائدة على القمر غريبة علينا. فلرائد الفضاء على سطحه سدس وزنه الطبيعي . مع أن كتلته لا تتغيّر. كذلك يكاد ان لا يكون لسطح القمر لون محلي . وسماؤه تبقى سوداء حتى عندما تكون الشمس فوق الأفق ؛ ونهاره طويل بسبب دورانه البطيء.

ليس القمر عالماً مضيافاً ؛ فدرجات حرارته تتراوح بين حوالي ٩٠ سنتيغراد (١٩٥° ف) ظهراً عند خط الاستواء ودون - ١٣٠° س (- ٢٠٠° ف) في الليل ؛ وليس فيه هواء ولا ماء ؛ ونحن متأكدون اليوم من أنه لم تكن عليه حياة قطّ.

١٦

ا : أبولو
ل : لونا
او : أوربيتر
ر : رانجر
س : سرفيور

(١٣) - لآثار أقدام ادوين ألدرين على سطح القمر عمق اختراق لا يبلغ ٢.٥ سم.

(١٤) - تشمل عيّنات صخرية عاد بها أبولو ١١ من القمر هذه العيّنة من النوع البازلتي التي لا تحمل أي دليل على أية مادة مميّأة فيها. أظهرت العيّنات التي عادت بها بعثات أبولّو ولونا اللاحقة أن هناك أنواعاً عديدة من الصخور القمرية . وأن أكثر المعادن التي تتألف منها موجودة على الأرض.

(١٥) - تظهر الصور (من أ الى ج) البنية المجهرية للعيّنات التي عاد بها أرمسترونغ وألدرين من بحر السكون. تشمل المواد التي عرفت هويتها ؛ البلاجيو كلاز . الالمنيت . البيروكسين والياقوت المجهري. في (ج) تظهر كريّات زجاجية عديدة.

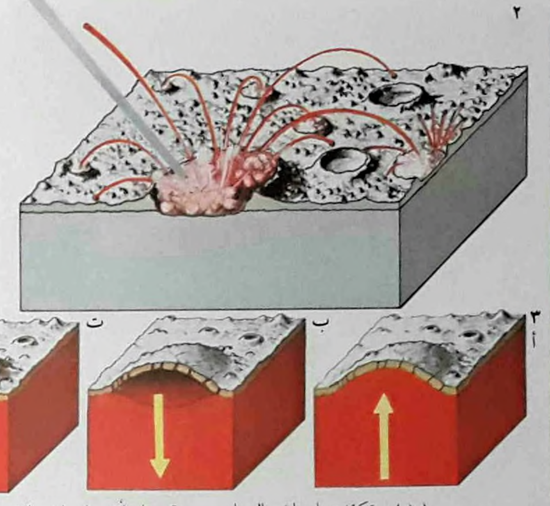
بُنيَة القمر

أثبت تحليل العينات التي عادت بها من القمر بعثات أبولو الامريكية والمسابير الروسية غير المأهولة ان للأرض والقمر عمراً واحداً تقريباً (بين ٤٥٠٠ و ٥٠٠٠ مليون سنة) . لكنهما لم يتطورا تطوراً واحداً (١) ، بسبب الفرق الكبير بين كتلتيهما .

سطح القمر

يرتبط تعيين طبيعة سطح القمر ارتباطا وثيقاً بمسألة اصل الفوهات والتضاريس الاخرى المنتشرة على سطحه . وقد أدى ذلك الى مناقشات لا نهاية لها لم تتوصل حتى نتائج أبولو ذاتها الى حلها . لقد اقترحت نظريات غريبة حول اصل الفوهات (من الجزائر





(١) - تكوّنت احواض البحار القمرية بسبب التنامي الداخلي او الصدمات في مرحلة مبكرة من تاريخ تكوّن سطحي الارض والقمر (قبل ٤٠٠٠ مليون سنة) . لم يكن عندئذ المنظر العام للقمر مختلفاً عمّا هو عليه اليوم . مع ان الاحواض لم تكن ممتلئة . لا نعرف الا القليل عن سطح الارض في ذلك العهد . خلال مدة طويلة . لم يطرأ تغير على كل من سطحي الارض والقمر . لكن قبل ٢٠٠٠ مليون سنة . امتلأت احواض القمر . وبعد ١٠٠٠ مليون سنة توقف النشاط القمري . تعطينا التقنيات الجيولوجية فكرة بسيطة عن مظهر الارض في ذلك الحين . وقد تطور بشكل ملحوظ حتى بلغ شكله الحالي .

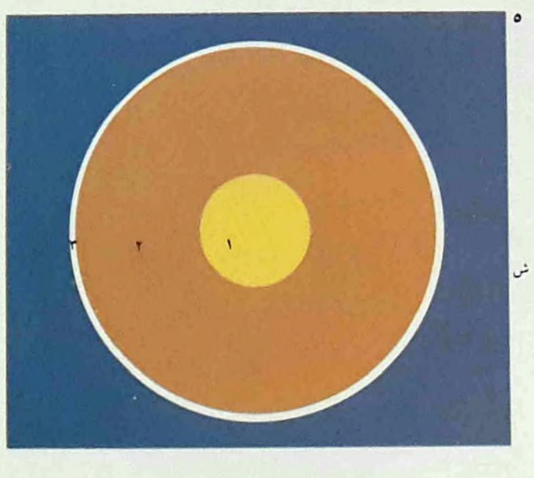
(٢) - وفقاً لنظرية الصدم . تكونت البحار والفوهات الرئيسية بفعل صدم نيزكي . فالنيازك تحدث حيث تقع شكلاً دائرياً حتى عند

المرجانية الى القنابل الذرية) . لكن القضية بكاملها بقيت متمركزة حول ما اذا كانت الفوهات ناجمة عن نشاط داخلي او عن قصف خارجي . تعرف عادة الاولى من هاتين النظريتين المتنافستين .بالنظرية البركانية (٣) . والثانية بنظرية الصدم (٢) .

اجريت عدة محاولات للربط بين الفوهات القمرية الرئيسية وفوهات الصدم الارضية . كفوهة اريزونا في الولايات المتحدة . بالرغم من تباين المقاييس . اذ لو نقلت فوهة اريزونا الى القمر . لبدت غير ذات شأن . من ناحية أخرى . يركِّز مؤيدو النظرية البركانية على ان توزيع فوهات القمر ليس وليداً للمصادفة (٤) . كما يدل على ذلك مثلاً ان سهول الفوهات الكبرى تبدو مصطفة في خطوط واضحة . كذلك عندما تنقسم مجموعة فوهية لاحداث مجموعات اخرى . فالفوهة الصغرى تتكون في داخل

٤

٥



سقوطها بزاوية حادة . هذه النظرية شائعة اليوم .

(٣) - تؤكد النظرية البركانية المعاكسة ان سطح القمر . عندما كان حارّاً ولدناً (أ) . تكوّنت عليه قبب دفع بها الى أعلى الحمل الحراري الذي تحدثه الصهارة مثلاً ، ثم انخفضت (ب) المادة التحتية عندما بردت . مخلفة وراءها فراغاً فانهارت الطبقة السطحية . مشكلة فوهة (ت) . اما القمم المركزية . فسببها اختراق الصهارة الطبقة السطحية .

(٤) - من الواضح ان أي بحث حول أصل الفوهات القمرية والتشكيلات الجدارية لا بد ان يستوحي كيفية توزيعها على سطح القمر . فالتشكيلات الصغيرة تميل الى الانتظام في سلاسل ، واكثر ما يطلق عليه اسم « ريلات » هو جزئياً سلاسل فوهات . وليس من شك في انها من أصل داخلي . كذلك تميل التشكيلات الرئيسية على السطح الذي يرى من الارض الى الانتظام . كما ان هناك الى الشرق سلاسل مهمة كالسلاسل التي تشتمل على بيتافيوس وفندلينوس (وبحر الازمات ايضاً) . والى الغرب سلسلة غريمالدي . لقد قامت بعض البراهين على ان الاشكال المهمة قد تكونت على طول خطوط المواضع الضعيفة في القشرة بفعل الجاذبية الأرضية .

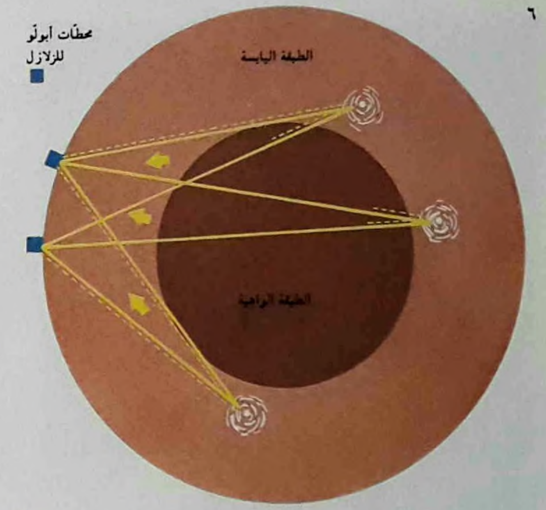
(٥) - يعتقد ان نواة القمر (١) أصغر بكثير من نواة الارض نسبيا ومطلقاً معاً . من المرجح ان تكون غنية للغاية بالحديد . حول النواة . يمتد الرداء القمري (٢) الذي تحيط به القشرة (٣) التي تغطيها التربة الفوقية .

الفوهة الكبرى . وهذا ما يسهل تفسيره عن طريق نظرية الأصل الداخلي . لا عن طريق نظرية الصدم · زد على ذلك ان عيّنات الصخور القمرية قد ثبت اصلها البركاني . مع انها غالباً ما تأثرت ايضاً بالصدمات ·

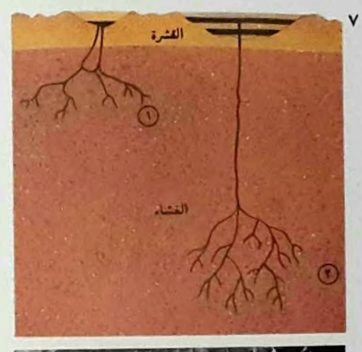
بنية « البحار » القمرية

يعتقد اكثر الخبراء ان الاحواض القمرية . عندما تكوّنت . لم تكن تحتوي على حمم · بصرف النظر عما اذا كان تكوّنها قد نجم عن عوامل داخلية او خارجية · لكنها بدأت . منذ ما بين ٣٫٨ و ٣٫٢ مليارات من السنين . تمتلىء بالحمم السائلة حتى عامت هذه على وجه القشرة القمرية . فأعطت المشهد الذي نراه اليوم · واذ تعاقبت الثورانات . مدة ما يقرب من مليون سنة . غدت سطوح البحار اليوم . على الرغم من بساطتها الظاهرة . مزيجاً من الحمم المتراكبة (٨) ·

٦



٧



٨
أ



ب

(٦) ـ خلال بعثات أبولو. وضعت مقاييس للزلازل على سطح القمر . وأجريت دراسات لموجات الهزات القمرية . فتبيّن ان قوة هذه الهزات . حتى الشديدة منها . ضعيفة بالنسبة الى الهزات الارضية · الهزات القمرية على نوعين . بعضها يحدث مباشرة تحت السطح . بينما سُجّل البعض الآخر على أعماق تقع في منتصف المسافة بين السطح والنواة · تضعف موجات القصّ (بالخطوط المتقطعة) عندما تعبر وسطاً غير جاسىء · اما الموجات التضاغطية (بالخطوط المتصلة) . فتخترق جميع الأوساط · قشرة القمر اليابسة صلبة . اما المنطقة الواهنة . فهي تكاد تكون مائعة ·

(٧) ـ تكونت البحار القمرية . عندما فاضت الحمم على سطح القمر . فملأت الأحواض التي كانت النيازك قد حفرتها · انها لم تنشأ عن تبخّر بركاني واحد . بل استغرق نشوؤها ما يقرب من ١٠٠٠ مليون سنة · يظن ان أقدم حجارة البازلت قد تكونت على عمق ١٥٠ كلم (١) ؛ اما الصخور التي هي احدث منها . فقد تكونت بعد ذلك على عمق ٢٤٠ كلم تقريباً (٢) ·

في الفترة ذاتها ، ظهر عدد كبير من الفوهات . ولعل الفوهات المشعة ، كتيكو وكوبرنيكوس ، أحدث هذه الفوهات سنّاً . فقد يكون عمر كوبرنيكوس أقل من مليار سنة · بعدئذ توقف النشاط القمري . ولم تتكون منذ ذلك الحين الا فوهات صغيرة أكثرها ناجم عن الصدم ·

تطور القمر

من غرائب الامور ان لدينا معلومات عن التطور الجيولوجي للقمر تفوق ما لدينا عن تطور الارض · فبعكس الأرض التي لها تاريخ طويل من التآكل المستمر . لم يتعرض القمر للتآكل لمدة طويلة · فقبل ملياري سنة . كان للقمر الشكل الذي نراه فيه اليوم تقريباً . بينما كان شكل الارض مختلفاً كل الاختلاف عمّا هو عليه اليوم ·

تمكّنت مقاييس الزلازل في ابولو من تسجيل « هزات قمرية » (٧) . ليس من ريب في ان بعض النشاط البركاني ما يزال جارياً فيه · بعض الهزات القمرية تحدث قريباً من القشرة . اما غيرها فيقع عميقاً . على اكثر من نصف المسافة الى الجوف (٦) · كذلك ثبت ان القمر قد يكون له جوف حار ، مما يزعزع الفكرة القديمة عنه انه كرة باردة بكاملها (٥) ·

تدل دراسة تسجيلات الهزات القمرية على انه ، اذا كان هناك نواة للقمر مصهورة ، فلا بد ان تكون أصغر من نواة الارض نسبياً واطلاقاً معاً · فوق هذه النواة يوجد ما يسمى بالطبقة الواهنة ، وهي منطقة منصهرة جزئياً · فوقها يقع الرداء السميك الذي تغطيه القشرة ، وأخيراً طبقة من الركام الصخري سماكتها ١٠٠ متر · لا يوجد الآن على القمر مجال مغنطيسي عام ، غير ان بعض المناطق ممغنطة موضعياً . يبدو انه كان للقمر في الماضي السحيق مجال مغنطيسي عام ذو شأن لكنه ضعف تدريجياً . حتى اختفى نهائياً ·

سجل مراقبو القمر العاملون على الارض بعض الاحداث الطفيفة التي يمكن ان تدل على تسرب غاز من تحت القشرة ، وهو ما يعرف بالظاهرة القمرية العابرة (٩) ·

(٨) ـ في بحر الامطار (أ) تمثّل المنطقة ذات اللون الاحمر الغامق على الخريطة (ب) أحدث السيول الحممية . وهي المنطقة التي لا تكثر فيها الفوهات ، بينما تمثل المنطقة ذات اللون الاحمر الفاتح أقدم السيول · تعود السيول الكبرى الى ٣,٣ آلاف مليون سنة ·

(٩) ـ تعتري القمر ظاهرات قمرية عابرة . كما ثبت ذلك في السنوات الاخيرة · مواقع هذه الظاهرات ليست موزعة عشوائياً . بل تتجمع بالأحرى حول شواطىء البحار المستديرة وفي المناطق الغنية بالريلات · أكثر المناطق نشاطاً على سطح القمر هي منطقة فوهة ارسطرخس الساطعة ·

٩

خرائط القمر

تمكن رؤية القمر بكثير من التفاصيل حتى بالعين المجردة · غير ان المناظير العادية والمراقب تعطينا مشهداً عنه لا حد لتنوعه وغناه · من الواضح ان المنظر يتوقف على زاوية سقوط الأشعة الشمسية على المنطقة المراقبة · فالفوّهة مثلاً تبرز اكثر ما يكون ، عندما تكون قريبة من الخط الفاصل (وهو الحدّ بين الليل والنهار في نصفي كرة القمر) ، فيكون قعرها غارقاً في الظلام كلياً او جزئياً · لكن من الصعب تمييز الفوّهات ، مهما كانت كبيرة ، عندما تكون مضاءة عمودياً ، الا اذا كان قعرها اما مضاءاً كثيراً او مظلماً كثيراً · للقمر اجمالاً قدرة عاكسة ضعيفة تبلغ تقريباً ٧ بالمائة ـ أي ان سطحه

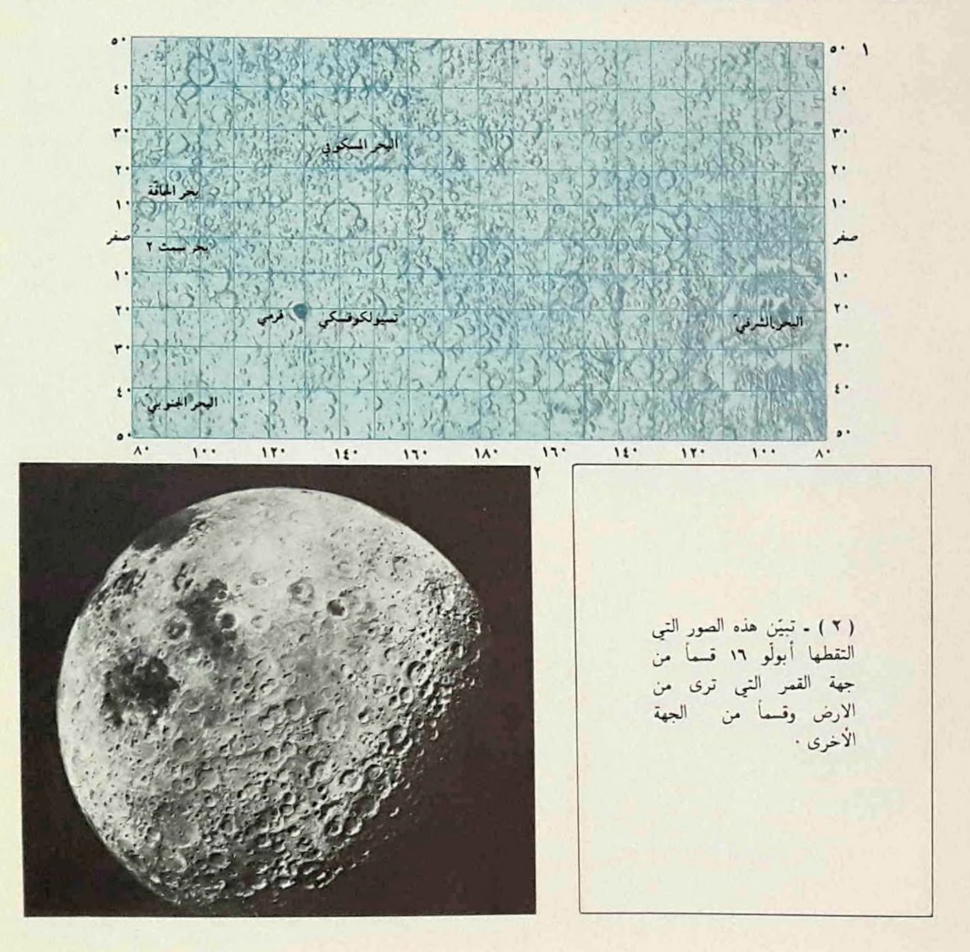
(١) ـ لا تظهر على خريطة الوجه المخفي من القمر بحار واسعة كالتي في الوجه المرئي من الأرض · من بحار الوجه المخفي التي يمكن ان ترى من الارض البحر الشرقي وبحر الحافّة وبحر سميث والبحر الجنوبي · لكن الوجه المخفي غني بالفوهات المتنوعة وبالهضبات التي تغطي سطحه بكامله · أكثر البنيات الطريفة فيه فوهة تسيولكوفسكي المظلمة القاع والتي شوهدت لأول مرة على صور التقطتها لونا ٣ عام ١٩٥٩ · بالقرب منها فوهة فرمي الساطعة · كشفت صور لونا ٣ أيضاً عن خط نيّر ظن انه سلسلة جبال كبرى وأطلق عليه الروس اسم « السلسلة السوفييتية » · لكن تبيّن فيما بعد انه مجرد شعاع نيّر · وكشفت لونا ٣ أيضاً عن البحر الموسكوفي · أثارت مسألة تسمية معالم الوجه المخفي من القمر بعض الجدل · لكن الأسماء المعطاة هنا هي التي تبنّتها رسمياً لجنة شكّلها الاتحاد الدولي لعلماء الفلك · تمكن أيضاً من الأرض رؤية بحر الحافة وبحر سميث والبحر الجنوبي ·

نصف الكرة الشمالي

لا يعكس الاّ ٧ بالمائة من ضوء الشمس الذي يتلقاه - ؛ غير ان للفوهات الأشد سطوعاً جُدُراً وقمماً مركزية تزيد قدرتها العاكسة على ١٥ بالمائة ·

نصف الكرة الشمالي

يهيمن على نصف الكرة القمرية الشمالي الذي يُرى من الأرض بحران كبيران ، هما بحر الأمطار وبحر الصفاء ، وهما بحران مستديران تقريبا ، مع انهما يبدوان اهليلجيين نوعا ما · تحيط ببحر الامطار في معظم تخومه سلاسل جبلية ، منها جبال الأبَنين المهيبة التي ترتفع قممها الى ٥٠٠٠ متر تقريباً · بين جبال الأبَنين وجبال القفقاز ، وهي أقل ارتفاعاً منها ، فرجة تصل ما بين بحر الأمطار وبحر الصفاء · تقع فوَهة افلاطون ، ذات القاع المظلم ، البالغ قطرها ٩٥ كلم ، في منطقة جبال الألب ، كما يقع



(٢) - تبيّن هذه الصور التي التقطها أبولو ١٦ قسماً من جهة القمر التي ترى من الارض وقسماً من الجهة الأخرى ·

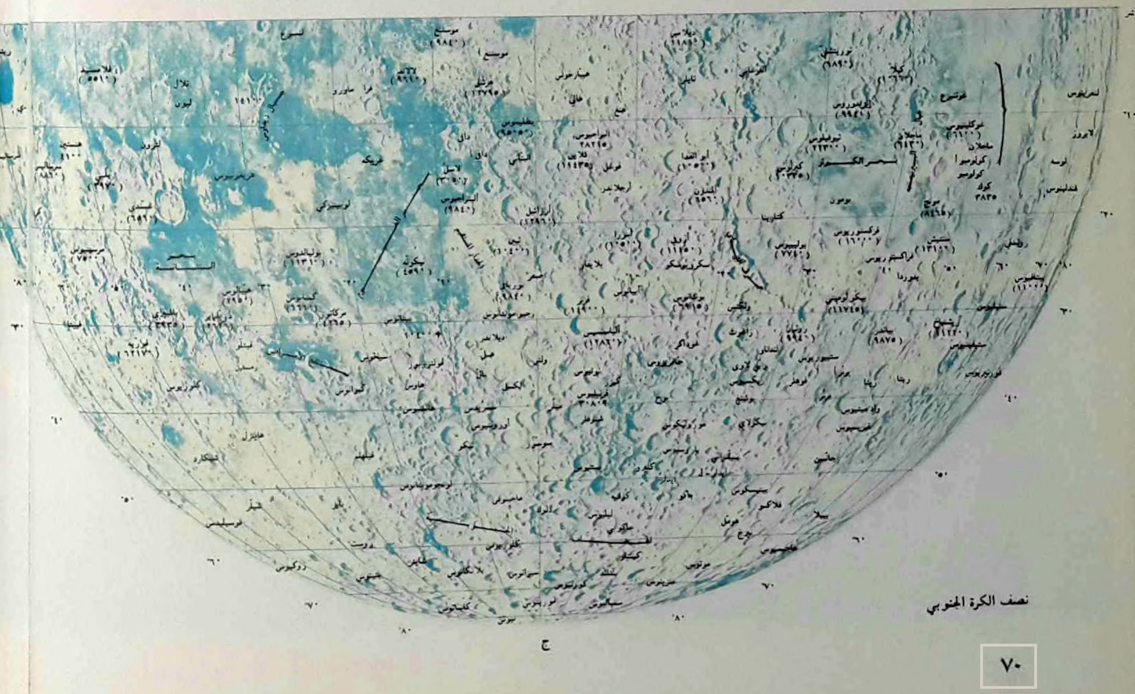
فيها ايضاً وادي الألب الرائع . البالغ طوله ١٣٠ كلم .

على حضيض بحر الامطار تنتصب عدة فوّهات رئيسية . منها فوهة أرخميدس (٨٠ كلم) مع رفيقتيها الصغيرتين والعميقتين ارستيلّوس واوتوليكوس . ليس في بحر الصفاء فوهات بهذا الحجم . فأكبرها لا يتعدى قطرها ٣٩ كلم .

بحر السكون المجاور لبحر الصفاء جنوباً أقل انتظاماً منه في شكله . ومن المحتمل ان يكون ايضاً أقدم منه . في هذا البحر اتمّ رائدا أبولّو ١١ هبوطهما التاريخي في يوليو من عام ١٩٦٩ .

بحر الازمات . القريب من حافة قرص القمر . أصغر من البحرين السابقين . لكنه واضح كل الوضوح ويرى بسهولة بالعين المجردة . أوسع البحار الأخرى . في هذا النصف من الكرة القمرية . محيط العواصف

(٣) - تصعب دراسة مناطق القمر القطبية انطلاقاً من الارض بسبب ظاهرة تشوّه المنظر . بعض الأقسام الظاهرة على هاتين الخريطتين لا ترى مطلقاً . ومعرفتنا لها مستقاة في الدرجة الاولى من الصور التي التقطتها المسابير الامريكية الخمسة المدعوّة اوربيتر والتي قامت بمهماتها بنجاح كبير . لم يتم بعد رسم قسم من المنطقة القطبية الجنوبية . وستلتقط مسابير مقبلة صوراً جديدة لهذه المنطقة . كلتا المنطقتين القطبيتين ملأى بالفوهات . وفيها عدة سهول واسعة تحيط بها جُذر . يظهر على الخريطة الشمالية بحر الصقيع الذي يُرى من الارض . ويظهر افلاطون في اسفل الخريطة . على خريطة القطب الجنوبي . تظهر في اقصاه احدى البنيات الطريفة فيه . وهي سهل شرودنغر الواسع المحاط بالجذر . ومعه بنية مشابهة له هي بلانك . يتصل بهاتين البنيتين ريل طويل هو ريل ريما بلانك (ويدعى ايضاً وادي شرودنغر) . اما المنطقة الواقعة في القسم الأعلى من خريطة القطب الجنوبي . فدراستها ممكنة من الارض . يرى هنا فيها بوضوح سهل كلافيوس المحاط بالجُذر .



نصف الكرة الجنوبي

الذي تفصله عن بحر الأمطار جبال الكربات القليلة الارتفاع نسبياً ·

نصف الكرة الجنوبي

تمتد جنوبي خط الاستواء بقليل السهول الواسعة . وأهمها بطليموس البالغ قطره ما يقرب من ١٦٠ كلم والذي له حضيض مسطح وقاتم نسبياً · بالقرب منه . يقع الفونسوس الذي هو أصغر منه . وفيه مجموعة مركزية

٣

١٨٠

٩٠ ٩٠

بحر الصقيع

أفلاطون

صفر

صفر

كلافيوس

٩٠ ٩٠

شرودنغر

١٨٠

من الجبال . وحضيضه مشقق بالريلات · في عام ١٩٥٨ . لمح الفلكي الروسي · ن · أ · كوزيديف فوق الفونسوس توهّجاً محمرّاً وهذا مثل لا شك فيه على الظاهرات البركانية العابرة ـ فأعتقد ان هذه الظاهرة دليل على بعض النشاط السطحي فيه أو تحت السطحي وفسّرها بأنها من أصل بركاني · أما العضو الثالث من سلسلة بطليموس . فهو ارزاشل الذي هو أصغر من الفونسوس . لكنه أعمق منه ·

يتألف القسم الجنوبي من القمر أساساً من هضبات مرتفعة . لا تخلو من المناطق البحرية . كبحر الغيوم وبحر النداوة الذي هو أصغر منه · على شاطىء بحر الغيوم الأول . وعلى مقربة من ارزاشل . ينتصب الجدار المستقيم . وهو صدع في سطح القمر طوله ١٣٠ كلم وارتفاعه ٢٤٠ م ·

من بين السهول الأخرى المحاطة بالجُدُر سهل شيكار القاتم الحضيض . وكلافيوس (٢٣٠ كلم) الذي فيه سلسلة من الفوهات · والى شمالي الهضبات الجنوبية فوهة تيكو المسماة « الفوهة العاصميّة » للقمر ·

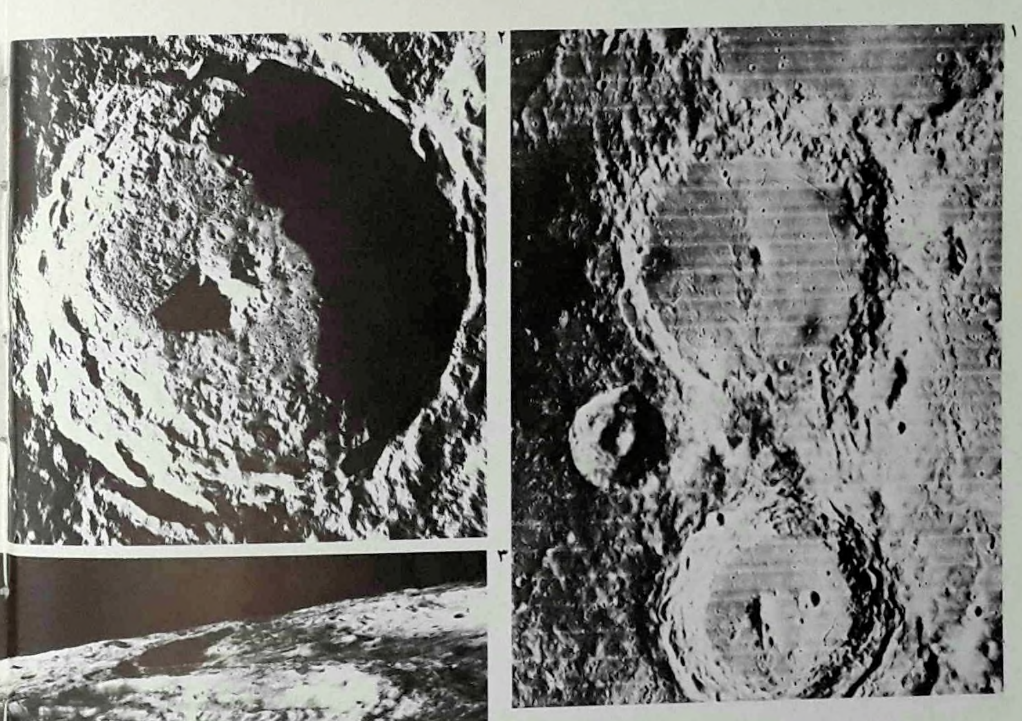
الجهة المخفية من القمر

لم توضع خرائط واضحة لمناطق النّودان في القمر قبل عهد المسابير الفضائية · اما اليوم . فلدينا معلومات وافية عن جهته الخفية . مع انه لم يرها مباشرة الاّ روّاد أبولّو الذين داروا حول القمر · لا توجد هناك بحار واسعة · لكن التضاريس المختلفة الأنواع عديدة · مما يسترعي الانتباه فوهة تسيولكوفسكي المظلمة القاع . والتي تمّ التعرّف اليها بواسطة لونا ٣ عام ١٩٥٩ ·

منظر شامل للقمر

القمر جرم متنوّع جدا . فليس ثمة فوارق كبيرة بين الوجه الذي يُرى من الأرض والوجه المخفي فحسب . بل هناك اختلافات واضحة ايضا في منظر الوجه المرئي نفسه . فالربع الجنوبي الغربي مثلا تسوده هضبات وعرة تكثر فيها الفوّهات الواسعة والسهول المحاطة بالجدر . بينما يحتوي الربع الشمالي الشرقي على مساحات واسعة من « البحار » المنبسطة .

ما يلفت النظر بنوع خاص ، على وجه القمر المرئي . منطقة ارسطرخس (٦) . وذلك لأنها ، وان كانت اكثر الفوّهات ضياء ، تعتريها ظاهرات ظلام موضعي عديدة ومتقطّعة لاحظها المراقبون من الأرض . حتى



(١) ـ الفونسوس . السهل المحاط بالجدر . الذي هبط فيه رانجر ٩ . والذي لوحظ فيه نشاط خفيف . هو عضو من سلسلة بطليموس . بطليموس ذاته هو الى الشمال (الى فوق) وأرزاشل الى الجنوب .

(٢) ـ صورة لتيكو . وهو فوّهة قمرية مشعّة كبيرة .

ان وليم هرشل (١٧٣٨ - ١٨٢٢) ، ولعله اكبر مراقب فلكي عرفه التاريخ ، اعتبر ارسطرخس بركانا في حالة ثوران .

ليس ارسطرخس البنية الوحيدة التي ظُنَّ انها مصدر نشاط . ثمة بنية اخرى هي سهل الفونسوس (١) المحاط بالجدر والواقع في سلسلة بطليموس الكبرى بالقرب من منتصف وجه القمر المنظور . مع ان الفونسوس وارسطرخس يختلفان كل الاختلاف ، فانهما يشتركان في امر واحد ، فهما يقعان في منطقة غنية بالريلات والصدوع ، التي تكثر في المناطق الأخرى التي يلاحظ فيها نشاط خفيف .

القمر قبل عهد اوربيتر

قبل عهد المسابير الفضائية ، كانت معرفة الانسان بالقمر محدودة ، على الرغم من ان خلوّه من جو قمري يجعل جميع تفاصيله

٤

التقطها اوربيتر ، وتظهر فيها بوضوح جدره المتدرّجة والارتفاعات المركزية ووعورة التربة ، ليس ما يشير الى وجود سيول من الحمم . يقع تيكو في منطقة الهضبات ، ومن المرجح ان يكون من احدث الفوّهات الكبرى .

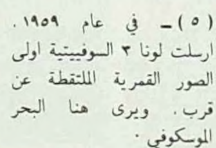
(٣) - تيوفيلوسّ في صورة التقطها له اوربيتر ٣ عن ارتفاع ٥٥ كلم ، وتبدو فيه الأسوار والكتلة الجبلية المركزية ، الى فوق وعلى اليمين ، ترى الجدر وقمة كيرلّوس .



٥

(٤) - ريل هايجينوس من اشهر ريلات القمر . ليس هو ، بالمعنى الصحيح ، ريل او صدع ، بل هو في الواقع سلسلة فوّهات ، كما تدل على ذلك هذه الصورة التي التقطها اوربيتر ٣ . يبلغ عرض هايجينوس ذاته في وسط الريل ٦ كلم .





(٥) - في عام ١٩٥٩ ، ارسلت لونا ٣ السوفييتية اولى الصور القمرية الملتقطة عن قرب ، ويرى هنا البحر الموسكوفي .

اكثر وضوحا . كان من الممكن . في تلك الأيام . اخذ قياسات البنيات المختلفة على القرص . وقد كان العمل الذي قام به س . أ . سوندر و ج . أ . هاردكاسل ذا قيمة (ما يزال العلماء يعتبرون قياسات سوندر وهاردكاسل بمثابة مراجع لهم) . لكن بعض المناطق بقيت . بالرغم من ذلك . غير معروفة بوضوح . وبنوع خاص كان القليل معروفا عن مناطق الحافة التي كانت تبدو خطوطها مشوّهة عند مشاهدتها بالمرقب من الأرض . بحيث لو وجدت هناك فوّهة . لكان من المستحيل تمييزها عن سلسلة الجبال . كذلك لم يكن بالامكان الحصول على معلومات عن الجهة الأخرى من القمر . لقد جرت بحوث حول الأشعة القمرية التي كانت تُرى آتية من تلك الجهة . وقد تيسّر تحديد مواقع القليل من مراكز هذه الأشعة بدقة معقولة ؛ غير ان توزيع معالم السطح ظل

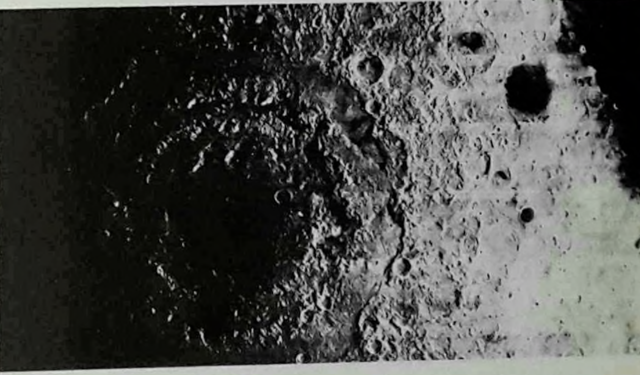


(٦) - ارسطرخس . وقطره ٣٨ كلم . مضيء بالنسبة الى المنطقة المجاورة . وجدره شديدة التدرج . وفي وسطه جبل شاهق .



(٧) - يمكن هنا رؤية الوادي الألبي . وطوله ١٣٠ كلم . في هذه الصورة التي التقطها اوربيتر . يقع الجبل الأبيض . وهو اعلى قمة في جبال الألب . على مقربة منه . انتبه الى الريل الدقيق في أسفل الوادي .

(٨) - للبحر الشرقي . في صورة التقطها اوربيتر ٤ . بنية معقدة وجدران حلقية عديدة . يرى الى اليمين غريمالدي تملأه الحمم . وريتشيولي .

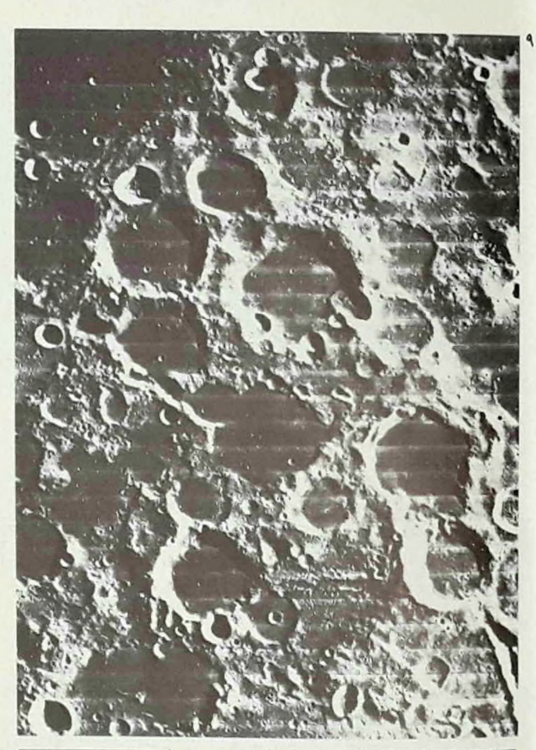


مجهولا · كذلك بقي سرا من الأسرار عدم امتداد اي من البحار الكبرى للجهة المنظورة الى الجهة الأخرى ، باستثناء البحر الشرقي الذي كانت طبيعته ما تزال مجهولة حينذاك ·

بعثات التصوير

كانت الصور الأولى التي ارسلها المسبار الروسي لونا ٣ ذات قيمة كبيرة ، لكنها كانت غير واضحة بالنسبة الى المعايير الحديثة ، فأدت احيانا الى تفسيرات خاطئة (٥) · بنوع خاص ، رؤي فيها شكل طويل ممتد عبر القرص ، فظُنّ انه سلسلة جبال كبرى ، فلقّب بالجبال السوفييتية ، مع ان صورا لاحقة بيّنت انه ليس سوى شعاع متألّق · لذلك يمكن القول ان الدراسة القمرية لم تخط خطوة واسعة الى الأمام الا بعد مسابير اوربيتر ·

على الرغم من وفرة المعلومات التي زُودنا بها برنامج اوربيتر ، بما فيها الآلاف من الصور ، ما تزال بعض المسائل المهمة بدون حل · لكن برنامج ابولّو (الذي كان مصمما لإرسال ٢١ رحلة) قد اكمل الى حد بعيد عمل مسابير اوربيتر ، ولاسيما في توفير الكثير من التفاصيل عن مواقع الهبوط (فمثلا صوّر ابولّو ١٠ بحر السكون وهو الموقع الذي اختير لإنزال ابولّو ١١) ·



(٩) ـ التقط اوربيتر ٤ هذه الصورة للبحر الجنوبي عن ارتفاع ٣٥٠٠ كلم · فوّهاته ملأى بالحمم المتجمّدة وبنيته ليست منتظمة ·

الفوّهات الشعاعية

ما تزال الفوّهات الشعاعية وكيفية تكوّنها تنتظر التفسير · من المعتقد انها لا بد ان تكون احدث الأشكال الكبرى التي حدثت على القمر · فقد قدر عمر كوبرنيكوس وتيكو بأقل من الف مليون سنة ، لكن عدم وجود عيّنات من هذه المناطق لدراستها يجعل الحكم النهائي حولها في غاية الصعوبة ·

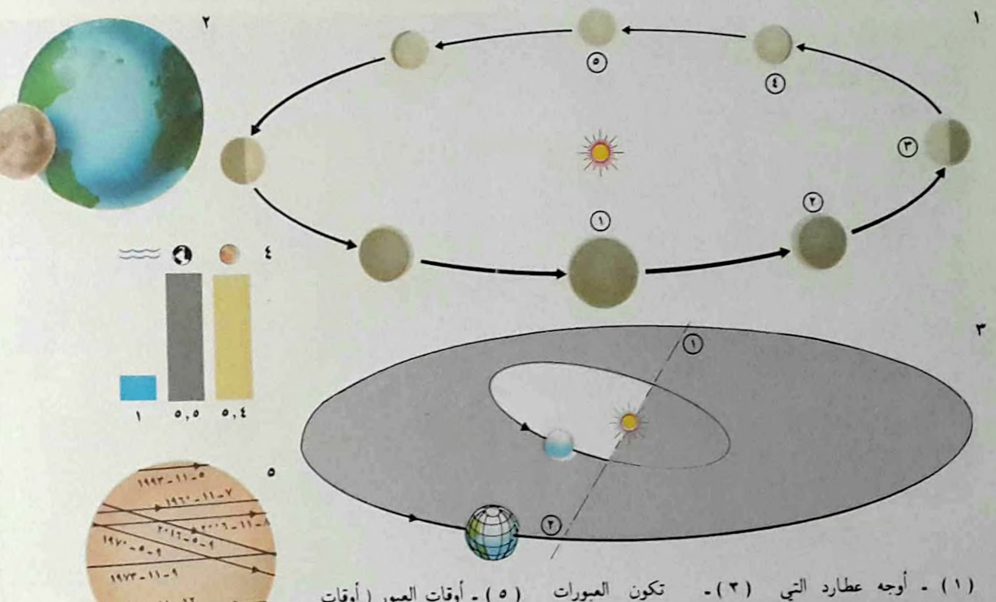
منهم من ارتأى ان الفوّهات المشعّة قد تكوّنت خلافا للفوّهات الأخرى · لكن هذا يبدو بعيد الاحتمال · فلا نجد فرقا حقيقيا بالشكل بين تيكو مثلا ، وهو مركز اكبر نظام مشعّ على القمر ، وتيوفيلوس (٣) الذي لا يفوقه اتساعا الا قليلا ولا ينتمي الى مثل هذا النظام المشعّ ·

عطـــارد

يرى عطارد أحياناً بالعين المجرّدة . لكن رؤيته أصعب من رؤية السيارات الأربعة الأخرى التي كانت معروفة في الأزمنة القديمة . وهي الزهرة والمريخ والمشتري وزحل ٠ أنه أقرب سيار الى الشمس ٠ ويدور حولها في مدة ٨٨ يوماً أرضياً وعلى بعد منها يبلغ متوسطه ٥٨ مليون كلم تقريباً ٠ بالنسبة الى الحجم والكتلة ، عطارد أشبه بالقمر منه بالأرض (٢) . فقطره ٤٨٨٠ كلم ٠ أما سرعة افلاته ، التي لا تتعدى ٤،٣ كلم في الثانية ، فتدل على أن له جواً لا يستحق الذكر ٠

صعوبات المراقبة

تكمن الصعوبة الرئيسية في مراقبة عطارد



(١) ـ أوجه عطارد التي ترى هنا هي ، المحاق (١) . الهلال (٢) . نصف البدر (٣) . المحدب (٤) ، البدر (٥) ٠ في الاقتران الأعلى (٥) . تحجبه الشمس ٠ في الاقتران الاسفل (١) ، يكون الوجه المظلم في اتجاه الأرض ٠

(٢) ـ لا يتعدى قطر عطارد ٤٨٨٠ كلم ٠

(٣) ـ تكون العبورات نادرة ، عندما تكون زاوية عطارد المدارية مختلفة عن زاوية مدار الأرض ٠ يحدث ذلك عادة في نوفمبر (١) . لكنه يحدث أيضاً بصورة نادرة في مايو (٢) ٠

(٤) ـ عطارد والأرض أكثر السيارات كثافة ٠

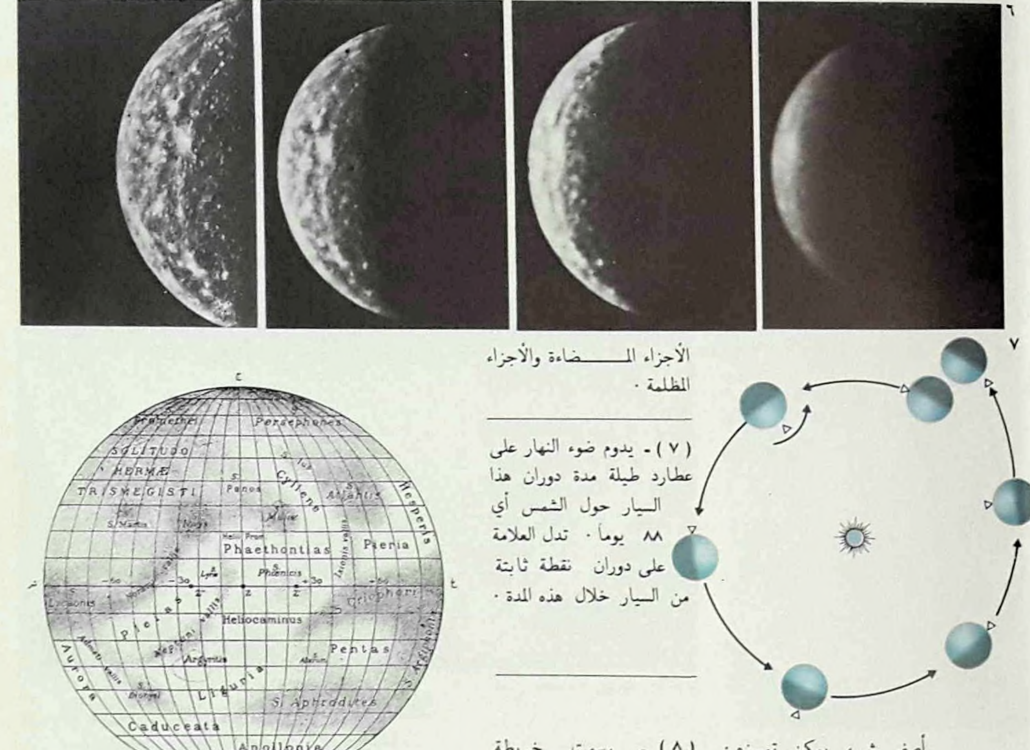
(٥) ـ أوقات العبور (أوقات المرور أمام الشمس كما يرى من الأرض) محسوبة من عام ١٩٦٠ حتى عام ٢٠١٦ ٠ ليست جميعها بطول واحد ، فعبور عام ٢٠١٦ سيدوم أكثر من عبور عام ٢٠٠٣ بكثير ٠ خلال العبور ، يظهر عطارد قرصاً صغيراً أسود واضح المعالم ، لكنه لا يرى بالعين المجردة ٠

(٦) ـ أربع صور مأخوذة من مارينر ١٠ في شهر مارس ١٩٧٤ ، يظهر فيها عطارد في أوجه مختلفة ٠ كانت معالم السطح تزداد وضوحاً ، كلما كان مارينر يقترب منه ٠ يبلغ حجم أصغر ما يرى في الصورة الأخيرة ٢٠ كلم ، وهو

في أنه لا يظهر أبداً على خلفية مظلمة تماماً ، وذلك لأنه يظل دائماً مع الشمس في ناحية واحدة من السماء ، مما يمنعه ، بالرغم من أنه شديد التألق ، من الظهور بوضوح للعين المجردة . يرى بدون مرقب في مناسبات خاصة ، عندما يكون منخفضاً في الغرب بعد مغيب الشمس ، أو منخفضاً في الشرق قبل شروقها مثلاً . وما يزيد المراقبة صعوبة هو أن وجهه المضاء يأخذ في التناقص كلما اقترب من الأرض (١) ، حتى أنه في أقرب مسافة منها يكون قد دخل في اقترانه الأسفل ، فيصبح من المحال ان يرى (باستثناء عبور نادر له قبالة الشمس) . وذلك لأنَّ نصف كرته المظلم يكون حينذاك متجها نحو الأرض .

رسم خريطة السيار

أول محاولة جدّية لرسم خريطة عطارد



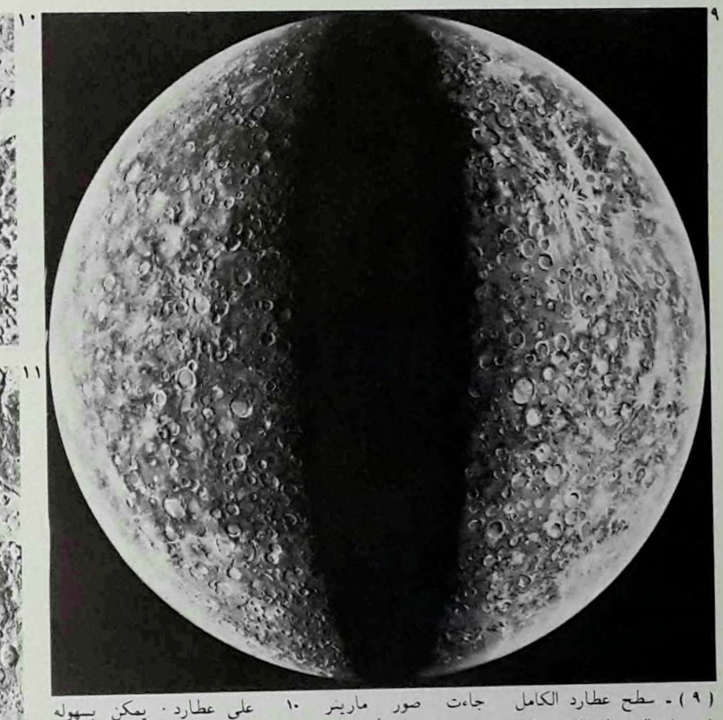
أصغر شيء يمكن تمييزه . كان المسبار حينذاك على بعد ٩٥٢٦٠٠ كلم من السيار . تظهر الفوهات أكثر وضوحاً بالقرب من الخط الفاصل بين الأجزاء المضاءة والأجزاء المظلمة .

(٧) - يدوم ضوء النهار على عطارد طيلة مدة دوران هذا السيار حول الشمس أي ٨٨ يوماً . تدل العلامة على دوران نقطة ثابتة من السيار خلال هذه المدة .

(٨) - رسمت خريطة عطارد بين عامي ١٩٢٤ و ١٩٣٣ على يد انطونيادي الذي وضع أسماء أكثر المعالم . هناك علاقة ضئيلة بين المناطق المظلمة التي ترى هنا والنتائج التي وردت من مارينر ١٠ . ولا بد من اعادة النظر في بعض الأسماء .

قام بها في ميلانو جيوفاني شياباريلّي (١٨٣٥ ـ ١٩١٠) في القسم الأخير من القرن التاسع عشر . فبدلاً من أن يدرسه في الليل، عندما كان بوسعه أن يراه بالعين المجردة، قام بمراقبته في وضح النهار عندما كان عاليا فوق الأفق. وهكذا تمكن من رؤية ظلال قاتمة فيه ومناطق متألقة. لكن خريطته جاءت تقريبية . في ما بعد. بين عامي ١٩٢٤ و ١٩٣٣، قام أ . م . انطونيادي بدراسة طويلة. مستخدماً مرقباً كاسرا في مرصد مودون قطره (٨٤ سم) . أجرى مراقباته في وضح النهار. وظلت خريطته (٨) هي الفضلى ـ مع أننا نعلم الآن أنها هي ايضاً تفتقر الى الكثير من الدّقة ـ حتى رحلة مارينر ١٠ التاريخية عامي ١٩٧٣ ـ ١٩٧٤ .

بسبب قرب عطارد من الشمس ترتفع حرارته جداً في النهار. وقد يسجل



(٩) ـ سطح عطارد الكامل في هذه الخريطة الفسيفسائية من صور مارينر ١٠ مليء بالفوهات ويشبه بوضوح سطح القمر. هناك أيضا أنظمة أشعة ساطعة (في أعلى اليمين) شبيهة بأنظمة القمر . جاءت صور مارينر ١٠ بمعلومات ذات أهمية كبرى .

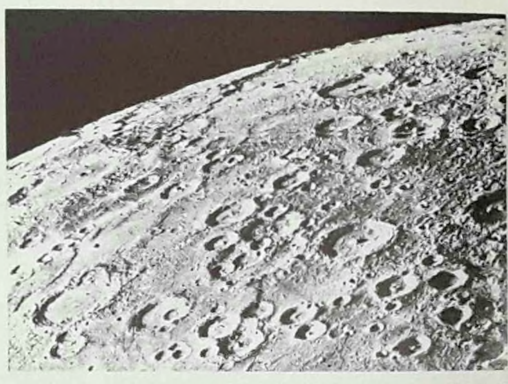
(١٠) ـ يظهر في هذه الخريطة الفسيفسائية لحوض الحرارة المأخوذة من مارينر ١٠ ما هو على الأرجح أبرز سهل على عطارد . يمكن بسهولة رؤية الاطار الجبلي المحيط به. ويختلف داخله عن المنطقة المجاورة. أمّا أصل الحوض. فما يزال مجهولاً .

(١١) ـ التلال والقمم تحتل الكثير من الفوّهات في هذه المنطقة التي ترى هنا والتي ينفرد بها عطارد دون سواه من السيارات . أصل هذه الأشكال غامض. وقد تكون

الميزان حرارة تفوق ٣٧٠ْ س عندما تبلغ أشدها . لكن بسبب عدم وجود جو حقيقي فيه ، تكون الليالي قارسة البرودة . لا يمكن أن يوجد على سطح عطارد أي نوع معروف من أنواع الحياة .

المسبار مارينر ١٠

أولى المعلومات الدقيقة عن سطح عطارد وردت عام **١٩٧٤** من رحلة مارينر ١٠



١٢



١٣

(١٢) - تظهر في منطقة أخرى من عطارد أرجاء تكثر فيها الفوّهات والفويهات . أحد المعالم التي تثير الاهتمام وادي الفوهات في أعلى اليسار . وهو يشبه الكثير من سلاسل الفوهات على سطح القمر .

(١٣) - في هذه الصورة المأخوذة من مارينر ١٠ ، يبدو الشبه واضحاً بين عطارد والقمر . لبعض الفوهات قمم في وسطها . وجميع الفوهات دائرية أساساً . مع أنها تبدو هنا أهليلجية الشكل بسبب التشويه . ناجمة عن موجات صدمية أحدثها حوض الحرارة عند تكوّنه . يبلغ طول هذا الحوض ١٣٠٠ كلم . وهو واقع تماماً بمقابل هذه المنطقة .

المزدوجة . ففي فبراير من ذلك العام ، مر هذا المسبار بالقرب من الزهرة ، مرسلاً صوراً ، ثم توجه نحو الداخل الى لقاء مع عطارد خلال الشهر التالي . أظهرت صور هذا السيار مشهداً يشبه تماماً مشهد القمر (٦) اذ بدت عليه في كل مكان فوّهات وجبال وسلاسل جبال . غير أنه كان هناك القليل من السهول الواسعة المظلمة الشبيهة ببحر الأمطار القمري . سمي السهل الرئيسي على عطارد حوض الحرارة (١٠) .

في شهر سبتمبر من عام **١٩٧٤** ، بعد أن دار مارينر ١٠ حول الشمس ، عاد الى لقاء ثان مع عطارد والتقط صوراً تفوق الأولى جودة ، وتمَّ اللقاء الثالث في فبراير **١٩٧٥**. مع أن الصور المتخذة خلال هذا اللقاءات كانت غير كاملة ، فقد ظهرت فيها أنماط الجبال والفوهات ذاتها التي على سطح القمر . أصبح اليوم القسم الأكبر من عطارد مرسوماً في خرائط ، كما أصبح لدينا ، للمرة الأولى ، معلومات موثوقة تفيدنا عن حقيقة هذا الجرم الغريب .

من الاكتشافات ذات الأهمية الكبرى ، اكتشاف حقل مغنطيسي في عطارد . هذا الحقل ضعيف اذا ما قورن بحقل الأرض ، لكنه واضح للغاية ويولّد طبقة مغنطيسية حقيقية .

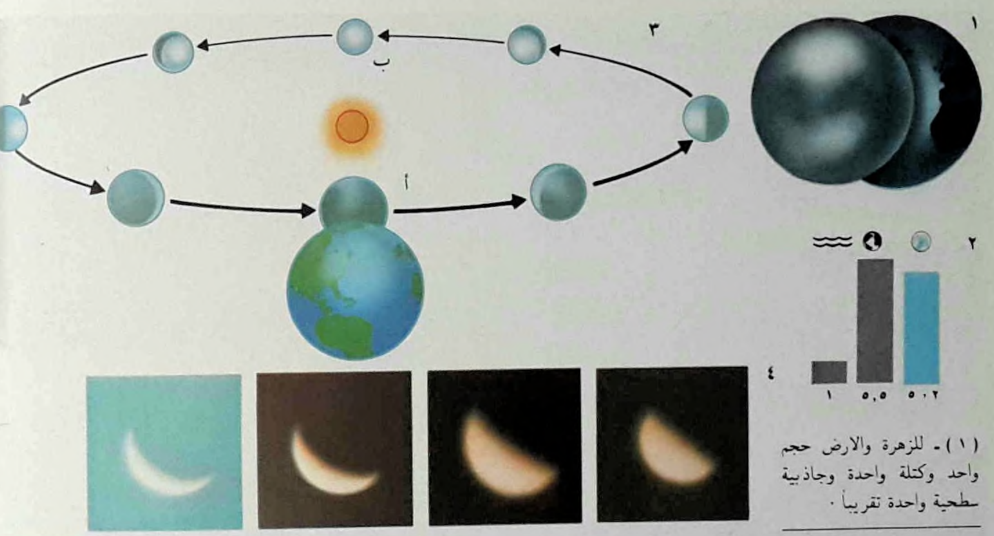
لقد وُضِعت تصاميم لمسابير لاحقة إلى عطارد . لكن امكانية ارسال بعثات بشرية اليه ضئيلة في المستقبل القريب على الأقل . فعطارد ذو أهمية فائقة من الناحية العلمية ، غير أنه لسوء الحظ ليس سيارا مضيافاً على الأطلاق .

الزهـــرة

الزهرة ، وهي السيار الثاني من حيث البعد عن الشمس ، تبلغ حجم الأرض تقريباً ، وأكثر من ٨٠٪ من كتلتها (١ ، ٢) . كما أنها ليست خالية من الجو . بل يغمرها جو كثيف قاتم من الغيوم يحول دائماً دون رؤية سطحها الحقيقي . متوسط بعدها عن الشمس ١٠٨٢٠٠٠٠ كلم . وهو بعد ثابت عملياً ، لأن مدارها دائري أكثر من مـدار أي سيار آخر . مدة دورانها حول الشمس ٢٢٤٫٧ يوماً .

رصد الزهرة من الارض

تبدو الزهرة للعين المجردة جرماً رائعاً وأكثر تألقاً من أي جرم سماوي آخر . ما عدا الشمس والقمر . ولهذا سُميَت بأسم ربة



(١) - للزهرة والارض حجم واحد وكتلة واحدة وجاذبية سطحية واحدة تقريباً .

(٢) - كثافة الزهرة أقل من كثافة الأرض . لكن قد يكون قلبها أثقل من قلب الأرض .

(٣) - تكون الزهرة في أقصى تألقها عندما تكون هلالاً . لا يمكن ان ترى قطعاً عندما تكون في أولها (أ) (الا عند العبور) . أما حين تكون في الاقتران الأعلى وعند اكتمالها (ب) . فتكون في الجهة النائية من الشمس .

(٤) - يتغير القطر الظاهر للزهرة بالنسبة الى أوجهها . يكون على أقله في الاقتران الأعلـى لأن السيار يكون عندئذ كاملاً وفي الجهة النائية من الشمس وأبعد ما يكون عن الارض . يزداد القطر الظاهر عندما يتقلص الوجه . كما يبدو ذلك في هذه الصور التي أخذت بواسطة مرقب عاكس قطره ٣٠ سم .

(٥) - أعطى مارينر ١٠ في هذه الصور الثلاث التي أخذت في شهر فبراير عام ١٩٧٤ أول دليل بصري قاطع فعلاً على دوران الغيوم العليا للزهرة في مدة أربعة أيام . تظهر أشكال الغيوم بوضوح (ويدل السهم على المنطقة ذاتها من الزهرة) . أخذت أولى هذه الصور في ٢ فبراير الساعة صفر . والثانية الساعة ٧ . والثالثة الساعة ١٤ (لاحظ اتجاه العلامة السهمية) . يكاد محور الزهرة أن يكون معامداً للمدار . لكن الدوران تراجعي في اتجاهه .

(٦) - يحدث عبور الزهرة أمام الشمس . كما يرى من الأرض . في مدى ثماني سنوات . يظهر الرسم البياني طرق عبور الزهرة للأعوام ١٧٦١ - ٩ ، و ١٨٧٤ - ٨٢ ، و ٢٠٠٤ - ١٢ .

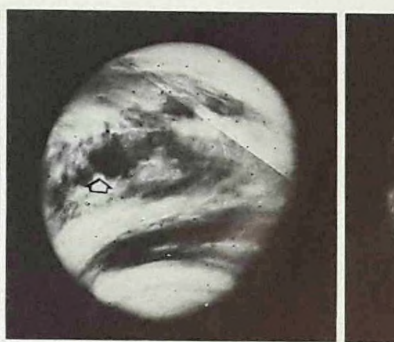
الجمال فينوس . غير أنها تبدو . بالمرقب ، مخيِّبة للأمل . وليس مدهشاً أنها كثيراً ما كانت تدعى ، لسنوات قليلة خلت ، « السيار الغامض » (٤) .

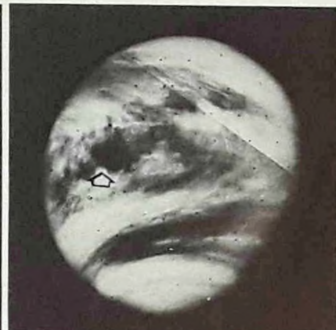
تجمعت في الثلاثينات بعض المعلومات الأكيدة عنها . فقد ثبت أن جو الزهرة مؤلف بنسبة كبيرة من ثاني أكسيد الكربون ، الذي يقوم بدور « دثار » يحتجز حرارة الشمس ؛ وتكوّنت عن هذا السيار فكرتان : في إحداهما ، يغطّي الماء سطحه الى حد بعيد ، ومن الممكن أن تكون أشكال حياة بدائية قد ظهرت عليه ، كما حدث ذلك على الأرض منذ آلاف ملايين السنين ؛ وفي الأخرى ، اعتبرت الزهرة صحراء من الغبار القاحل حرها لافح .

معلومات من المسابير الأولى

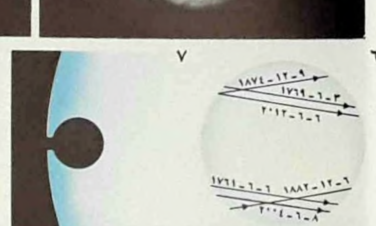
بدأ عهد المسابير عام ١٩٦٢ ، عندما مرّ

٥





٦ ٧ ٨

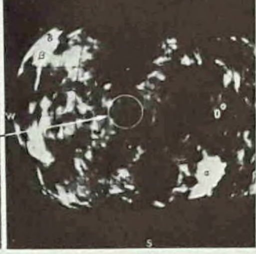


(٧) - عندما تدخل الزهرة في الزوال ، يبدو أنها ترسم وراءها رقعة من السواد (القرص الأسود) وهي أثر يحدثه جو السيار . لا تزول الرقعة الا عندما يكون السيار في داخل قرص الشمس .

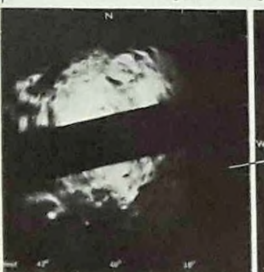
(٨) - ضوء أشن هو رقعة ضعيفة الاشراق تظهر في الجانب المظلم من الزهرة عندما تكون هلالاً . انها ليست كظل الأرض على القمر . وسببها غير معروف على وجه اليقين . ينظر اليها بعض الثقاة كنتيجة للتباين . ويعتقد غيرهم أنها ناجمة عن ظاهرات كهربائية في جو السيار الأعلى . ليس من السهل رؤيتها . لكن بعض الدارسين الجويين للزهرة قد رأوها وسجلوها للمرة الأولى عام ١٧٩٠ (الرسم هنا مبالغ فيه) .

(٩) - لا يمكن الكشف عن فوّهات الزهرة الا بواسطة الرادار . فالطبقات الكثيفة من الغيوم المتألقة تجعل مراقبة أشكال السطح بالمرقب مستحيلة . الى الآن لم يدرس بالتفصيل الا جزء صغير من السيار كما يظهر هنا (لم تحلل الرقعة السوداء بعد) . تظهر في هذه الصورة أشكال مختلفة ألتقطت بواسطة الرادار (أ) . وهي تغطي مساحة من منطقة السيار القطبية مشار اليها بالدائرة (ب) للفوهات أهمية خاصة . فهي تبدو أقل عمقاً بكثير من فوهات المريخ أو عطارد .

٩ب



أ



المسبار الامريكي مارينر **٢** بالقرب من الزهرة وأرسل معلومات تثبت أن السطح ذو حرارة مفرطة . تبين أيضاً أن مدة الدوران المحوري بطيئة - حوالي **٢٤٣** يوماً أرضياً - وهي أطول من مدة الطواف حول الشمس البالغة **٢٢٤٫٧** يوماً . لذلك يكون « النهار » على الزهرة أطول من « السنة » . مما يعطي تقويماً غريباً .

ثبت الآن أن الزهرة تدور باتجاه عكسي . أي من الشرق الى الغرب بدلاً من أن تدور من الغرب الى الشرق . كالأرض وأكثر السيّارات الأخرى . لذلك تبدو الشمس لمراقب على سطح الزهرة تشرق من الغرب وتغيب في الشرق . مع ان دثار الجو الغائم يحجب في الواقع السماء كليّاً .

في أعقاب مارينر **٢** . توصّل الاتحاد السوفييتي . بواسطة مظلات واقية . إلى انزال مسابير اوتوماتيكية مختلفة برفق على سطح

١٠



١١

١٢

(١٠) - أخذت هذه الصورة للزهرة من مارينر ١٠ . تظهر بوضوح فيها مناطق النور والظلمة التي تعطي الزهرة تألقها .

(١١) - تختلف الأحوال الجوية للزهرة في المنطقة الاستوائية عنها في القطبين . أخذت هذه الصورة من مارينر ١٠ .

(١٢) - في شهر اكتوبر عام **١٩٧٥** . أحرز الاتحاد السوفياتي انتصاراً باهراً عندما هبط مسباره فينيرا **٩** برفق على الزهرة . وأرسل صورة . أظهرت هذه الصورة مشهداً تغطيه الصخور . يرى جزء من المسبار في أسفل الصورة .

(١٣) - يوحي رسم الزهرة هذا . وهو بريشة أ . دولفوس في مرصد بيك دي ميدي . أكثر مما توحي به أية صورة مأخوذة من

الزهرة . من خلال الجو الكثيف . فسجلَت حرارة تبلغ ما يقرب من ٣٥٠° س (١٠٠٠° ف) وضغطاً على السطح يبلغ تقريباً ١٠٠ ضعف الضغط على الأرض بمستوى البحر .

من الولايات المتحدة . انطلق مارينر ١٠ . ماراً بجانب الزهرة مرة واحدة في شهر فبراير عام ١٩٧٤ وأرسل أولى الصور لقمة الطبقة الغيمية . لكن هدفه الرئيسي كان عطارد السيار الأبعد . مع ذلك جاءت الصور



الارض . لكن تفاصيل السطح غامضة الى درجة يصعب معها رسمها بأمانة ودقة . كما ان اشكال الغيوم تتغير بسرعة .



ممتازة . فأبانت احزمة الغيوم (١٠) . كما أثبتت أن مدة دوران قمم الغيوم لا تتعدَى أربعة أيام . مما يدل على ان بنية جو الزهرة مختلفة عن بنية جو الأرض (٥) .

في غضون ذلك ، أظهرت الدراسات الأمريكية بواسطة الرادار أن السطح يحتوي على فوهَات واسعة وغير عميقة (٩) .

ارسال الصور

جاءت الخطوة الثانية الكبرى في شهر اكتوبر عام ١٩٧٥ . عندما هبط مسباران سوفييتيان . فينيرا ٩ وفينيرا ١٠ . هبوطاً موجَهاً توجيهاً محكماً على السطح وارسلا صوراً . كانت الصور ترسل بواسطة القسمين الدوّارين من المسبارين اللذين ظلا يدوران حول الزهرة بارتفاع ١٥٠٠ كلم تقريباً .

من المدهش أن يكون سطح الزهرة مغطًى بصخور ملساء . قطر أكثرها متر واحد تقريباً (١٢) . كان هناك نور بوفرة - يبلغ تقريباً . حسب الوصف الروسي . مبلغ النور ظهراً في نهار روسي صيفي غائم - حتى أن المسبارين لم يحتاجا الى استخدام الضوء الغامر . كذلك لم يكن الجو يكسر الضوء بحدّة ، كما كان متوقعاً . فكانت جميع تفاصيل المنظر واضحة المعالم . سجلت حرارة تبلغ ٤٨٥° س . وظهر أن الضغط يبلغ ٩٠ ضعفا الضغط الأرضي . كما تبين أن طبقة الغيوم تنتهي على ارتفاع ما يقرب من ٣٠ كلم .

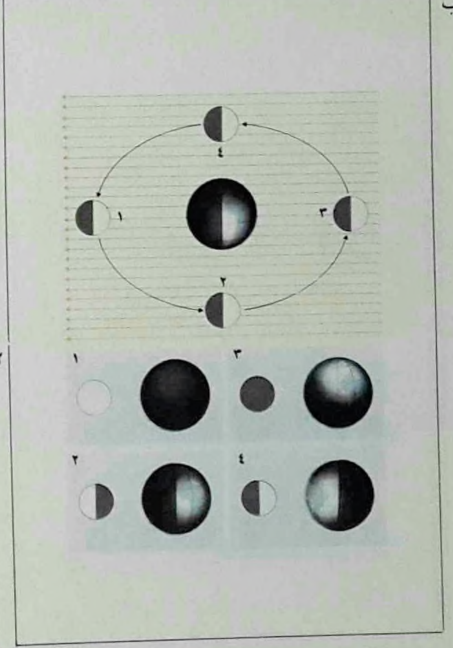
أخطأ كثيراً الذين ظنوا في ما مضى ان الزهرة عالم ودّي مضياف . فبسبب جوه المؤلف من ثاني اكسيد الكربون وغيومه المؤلفة من الحامض الكبريتي وحرارته المفرطة يبدو بالعكس عدواً لدوداً للانسان .

الأرض

الأرض اكبر عضو في مجموعة السيارات الداخلية واكثرها تماسكا . الفرق في الحجم والكتلة بين الارض والزهرة طفيف (تبلغ النسبة ١ الى ٠،٨٢) . لكن المريخ اصغر منها بكثير . وعطارد اقرب الى القمر منه الى الارض .

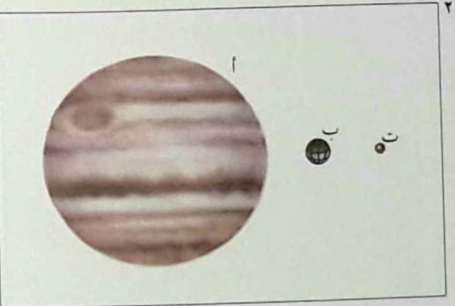
عندما تقارن الارض بجيرانها من السيارات تظهر في آن واحد اختلافات بارزة وأوجه شبه واضحة . مما لا شك فيه ان ما يميز الارض عن أي من السيارات الاخرى هو انها تتمتع بجو غني بالاكسيجين وبدرجة حرارة خاصة يسمحان بظهور الحياة عليها . فلو كانت الارض اقرب قليلا الى الشمس او ابعد قليلا عنها . لما كانت الحياة قد ظهرت عليها .





(١) ـ تظهر الأرض من الفضاء ذات وجوه كما يبدو لنا القمر . التقط هذه الصور الخمس (أ) قمر اصطناعي خلال مدة ١٢ ساعة . في (ب) وجوه الارض كما ترى من القمر . من وجهة النظر هذه . يمكن الافتراض ان الارض ثابتة وان القمر يدور حولها في مدة ٢٧،٣ يوما . فعندما يشاهد القمر بدرا من الأرض (١) . يشاهدها الناظر اليها من القمر في وجهها الاول . وعندما يكون القمر في وجهه الاول (٣) . يرى المراقب القمري الارض بدرا . تحت الرسم البياني الرئيسي ترى الوجوه المختلفة للقمر (الى اليسار) وللأرض (١ - ٤) .

(٢) ـ الاحجام النسبية للمشتري (أ) والأرض (ب) وعطارد (ت) . المشتري اكبر



الغلاف الجوّي البيئوي

ما يسمّى بالغلاف الجوي البيئوي (الايكوسفير) (٤). او المنطقة التي يحدث فيها الاشعاع الشمسي احوالا وظروفا مناسبة للحياة من النوع الارضي. يمتد بالضبط من داخل مدار الزهرة الى مدار المرّيخ. حتى حوالى عام **١٩٦٠** . كان الاعتقاد سائدا بأن حياة من هذا النوع قد تكون موجودة في اي مكان من هذه المنطقة بكاملها. لم يعمّ القول بأن حياة ارضية متطورة لا تنمو الاّ في داخل منطقة معيّنة محدودة . الا بعد عام ١٩٦٧ . عندما تبيّن ان حرارة سطح الزهرة تصل الى **٤٨٥ س (٩٠٠ ف)** .

هناك شرط اساسي آخر لظهور الحياة . هو وجود جو لا يمكّن الكائنات الحية من التنفس فحسب. بل يقي السيّار ايضا من الاشعاعات الفتاكة ذات الموجات القصيرة

٣



السيّارات. وعطارد اصغرها. الأرض متوسطة في حجمها. ولكنها اقرب ما تكون شبها بعطارد. الأرض في الواقع اكبر السيارات المسماة ارضية. وهي عطارد والزهرة والأرض والمريخ وبلوتو، ولكنها اصغر بكثير من اصغر السيارات العملاقة (اورانوس).





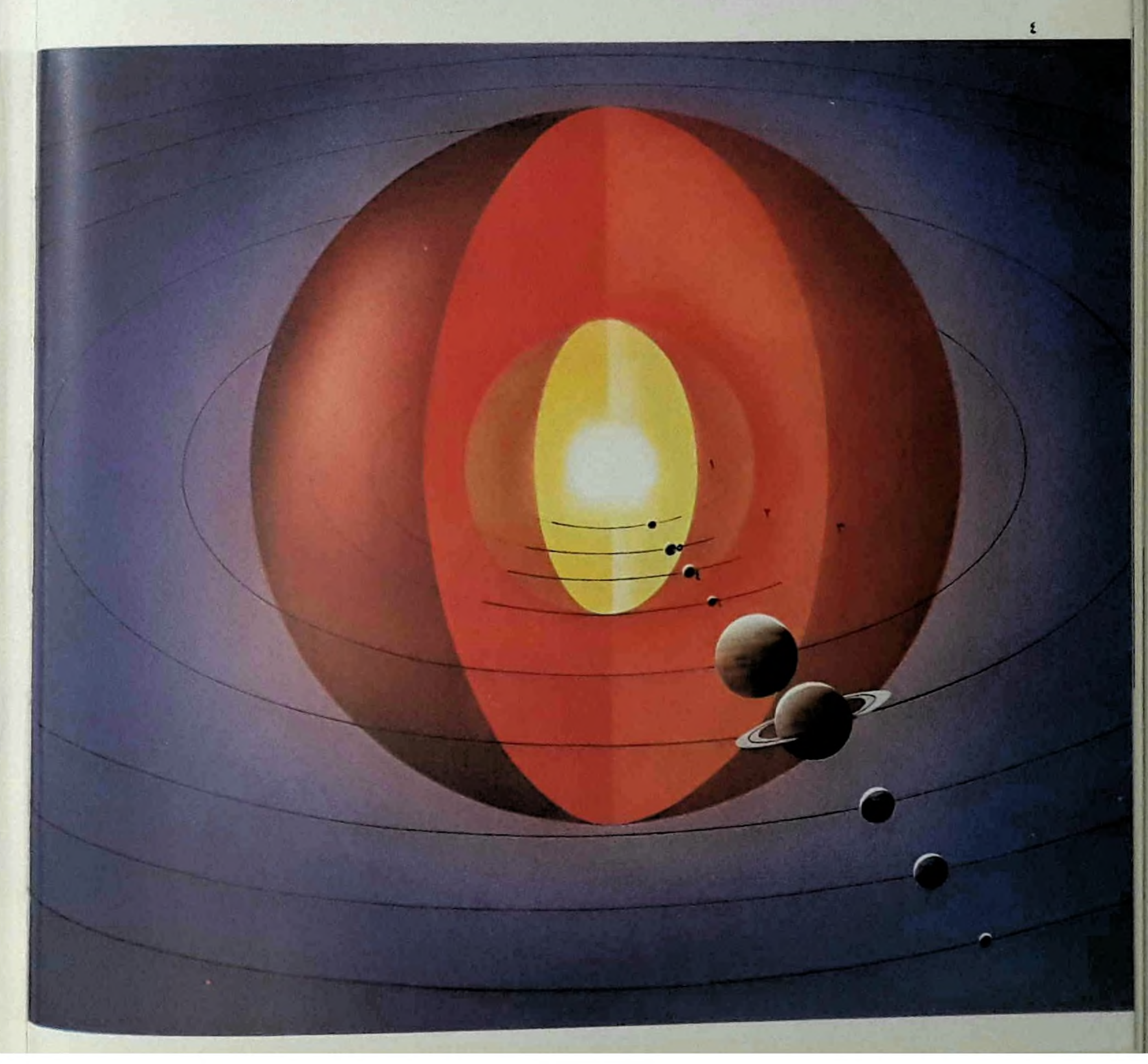
(٣) ـ ارسل ابولو ١٠ هذه الصور في شهر مايو ١٩٦٩ . كان ثاني مركبة تحمل بشرا حول القمر. في هذه الصور تأخذ الارض في الظهور للمركبة الفضائية الآتية من وراء ناحية القمر النائية التي لا يمكن ان ترى منها الارض مطلقا. في الصورة الاولى يظهر الافق القمري بوضوح. ليس هناك جو قمري يحدث ادنى ضبابية او تحريف. لاحظ وجوه الأرض المتغيرة.

الآتية من الفضاء . لا يهدد سطح الارض خطر من هذا النوع . لأن الطبقات العليا من الجو الارضي تصدّ الاشعاعات .

هناك ايضا قضية الحرارة . التي لا تتعلق فقط ببُعد السيّار عن الشمس او بتركيب جوّه . بل بمدة الدوران المحوري ايضا . فالأرض تدور على محورها دورة كل **٢٤** ساعة تقريبا . ولا تفوقها مدة دوران المريخ سوى **٣٧** دقيقة . غير ان الوضع مع السيّارين عطارد والزهرة مختلف كل الاختلاف : فالمدتان هما **٥٨,٧** يوما للأول و **٢٤٣** يوما للثاني . مما يؤدي الى « تقويمين » خاصّين غريبين . كذلك لوكانت الارض تدور على محورها ببطء . لنجمت عن ذلك احوال مفاجئة غير مألوفة ومعادية للحياة .

حقل الارض المغنطيسي

لقلب الارض الثقيل الغني بالحديد علاقة



بالحقل المغنطيسي . هنا ايضا . اذا اجرينا مقارنة بينها وبين السيّارات الاخرى . رأينا الزهرة تثير مرة ثانية بعض المشكلات . فنظرا الى حجمها وكتلتها الشبيهين بحجم الارض وكتلتها . كان من المتوقَّع ان يكون لها قلب من النوع ذاته وبالتالي حقل مغنطيسي لا يستهان به . لكن المسابير الفضائية فشلت حتى الآن في اكتشاف اية مغنطيسية فيها . بل تأكد الآن انه حتى اذا وجد فيها حقل مغنطيسي . فيكون حتما ضعيفاً جداً . قد يصح ذلك ايضاً في المريخ . لكن لعطارد حقلا ملحوظا وغلافا مشحونا بالمغنطيس .

السيّار الرَّطب

الأرض فريدة ايضا من حيث ان سطحها تغمره المياه الى حد بعيد . وهذا ما يجعل سطحها اليابس . بالرغم من انها اكبر السيارات الداخلية الاربعة . اضيق بكثير من سطح الزهرة ومساويا لسطح المريخ . لا يمكن ان توجد بحار على المريخ حتى ولا بحيرات . وذلك بسبب الضغط الجوي المنخفض . وبدون شك لا يوجد شيء من ذلك على القمر وعطارد اللذين يمكن اعتبارهما بدون جوّ على الاطلاق .

بما ان للأرض هذا الوضع الفريد والممتاز الى هذا الحد . قام من يقترح احيانا بأنها تكوّنت بشكل مخالف لتكوّن السيارات الاخرى . لكن الامر على غير ذلك بدون ريب . فعمر الأرض . كما يقاس بطرائق النشاط الاشعاعي . يبلغ تقريبا ٤٦٠٠ مليون سنة . وقد بيّنت دراسات الصخور القمرية ان عمر القمر هو كذلك . وليس من سبيل للشك في ان الأرض واعضاء النظام الشمسي الاخرى قد تكوّنت جميعها من السديم الشمسي بالطريقة ذاتها وفي الوقت ذاته تقريبا .

ما ميّز الارض عن سواها هو موقعها في وسط الغلاف الجوي البيئوي وكتلتها وحجمها والجو الخاص بها . فليس من سيّار آخر في النظام الشمسي يستطيع الانسان ان يعيش عليه الا اذا اوجدت فيه احوال وظروف اصطناعية .

٥

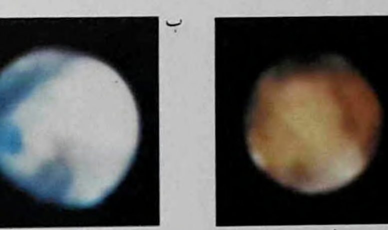
(٤) - يبيّن هذا الرسم البياني الغلاف الجوي البيئوي (الايكوسفير) . اي المنطقة المحيطة بالشمس التي يكون فيها سيّار على درجة حرارة تجعل الحياة ممكنة (باقتراض ان السيار من نوع الأرض) . المنطقة الداخلية الصفراء (١) مفرطة الحرارة . وراءها توجد الايكوسفير (٢) (اللون البرتقالي) ووراء هذه (٣) المنطقة التي تكون فيها درجة الحرارة شديدة الانخفاض . تقع الأرض (٤) في وسط الايكوسفير وتقع الزهرة (٥) في الطرف الداخلي منه والمريخ (٦) في الطرف الخارجي .

(٥) - محور الأرض مائل ٢٣.٥° عن الخط المتعامد مع المستوي المداري . وهذا ما يحدث الفصول . ليس لاختلاف مسافات الأرض عن الشمس سوى تأثير طفيف .

المَـــرّيخ

يثير المريخ ، اول سيار وراء الأرض في النظام الشمسي ، اهتماماً خاصاً لدى الانسان . في القسم الاول من هذا القرن ، كان الكثيرون من علماء الفلك يعتقدون بوجود حضارة متقدمة على المريخ ، لكن هذا الاعتقاد قد تلاشى . فليس هناك من سكان على المريخ ، ويبدو أن الحياة الأكثر تقدماً التي يمكن أن يحتويها هذا السيار قد لا تكون موجودة سوى في مادة عضوية بدائية جداً . ومن الأرجح أن السيار قاحل . بالرغم من ذلك ، فالمريخ أقرب العوالم الأخرى المعروفة الى الأرض ، ولا بد أن يكون هذا الكوكب أول هدف بعد القمر لمسبار فضائي مأهول .

بالمرقب ، يبدو المريخ قرصاً أحمر ، ذا





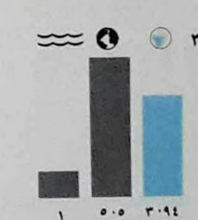




(١) - يتألف جو المريخ من غيوم « بيضاء » مرتفعة ، وفي النادر من غيوم غبار واسعة الانتشار . تظهر هذه الرسوم الأربعة المريخ مأخوذاً من خلال مرشحات مختلفة الألوان . نرى في (أ) منطقة الغيوم التي تتكون كل صيف فوق سرتيس ماجور . وتظهر (ب) و (ت) و (ث) هذه المنطقة الى اليسار تغطيها الغيمة ذاتها . أما المنطقة الساطعة الى اليمين فهي أليزيوم .



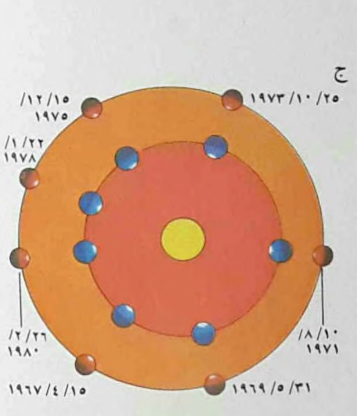
(٢) - تبلغ مساحة سطح المريخ ٢٨ ٪ من مساحة سطح الأرض . ويبلغ قطره حوالى ٦٧٩٠ كلم . وهو أطول بقليل من نصف قطر الأرض ويساوي ضعفي قطر القمر على التقريب . أما كتلته ، فلا تتعدى عشر كتلة الأرض .



(٣) - كثافة المريخ أقل بكثير من كثافة الأرض . ولا يتعدى ثقله النوعي ٣،٩٤ ، مما يجعل سرعة الانفلات لديه منخفضة . أما جاذبية المريخ السطحية ، فتعادل ٠،٣٨ من جاذبية الأرض . ليس للمريخ مجال مغنطيسي ملحوظ ، ولربما ليس له نواة ثقيلة .



(٤) - يقال ان المريخ « في مقابلة » ، عندما تكون



الشمس والأرض والمريخ حسب الترتيب الظاهر هنا . يستغرق المريخ ٦٨٧ يوماً أرضياً ليكمل دورة واحدة حول الشمس ؛ وهذا يعني أنه يكون في

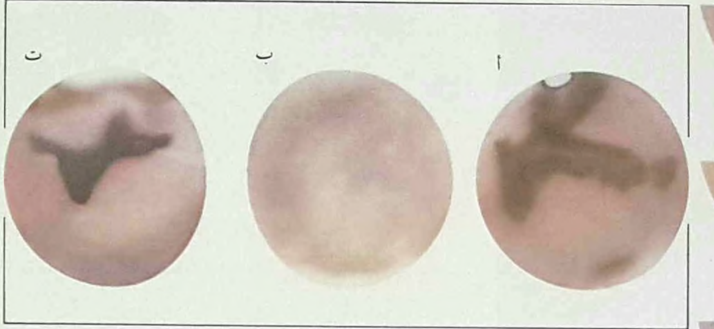
قلنسوتين بيضاوين على قطبيه وبقع قاتمة بارزة ثابتة على سطحه (٩) . يبلغ متوسط بعده عن الشمس ٢٢٨ مليون كيلو متر . قوام السنة المريخية ٦٨٧ يوماً أرضياً ويومها **٢٤ س و ٣٧ د .**

لا يزيد ميل المريخ المحوري الا قليلاً عن ميل محور الأرض. بحيث أن الفصول هي من النوع الاساسي ذاته ولكنها اطول بكثير . المريخ. كالارض. يدير قطبه الجنوبي باتجاه الشمس عند مروره بالحضيض الشمسي.

على خط الاستواء قد ترتفع درجة الحرارة ظهراً في منتصف الصيف الى أكثر من ١٦° سنتيغراد (٦٠° ف) . أما الليالي. فبردها قارس جداً. لأن الجو المتخلخل لا يستطيع الاحتفاظ بالحرارة . مع ذلك. ما من ريب في أن المريخ ليس جرماً من جليد .

جو المريخ

لما كان المريخ أقل كثافة من الأرض



٥ أ

٢٢ مايو الساعة ٢,١٠

ب

٢١ يونيو الساعة ١,٣٠

ت

٦ يوليو الساعة ٠,٢٠

ث

١٦ أغسطس الساعة ٢٢

ج

٢٨ سبتمبر الساعة ٢٠,١٥

ح

١٠ أكتوبر الساعة ١٩,٤٥

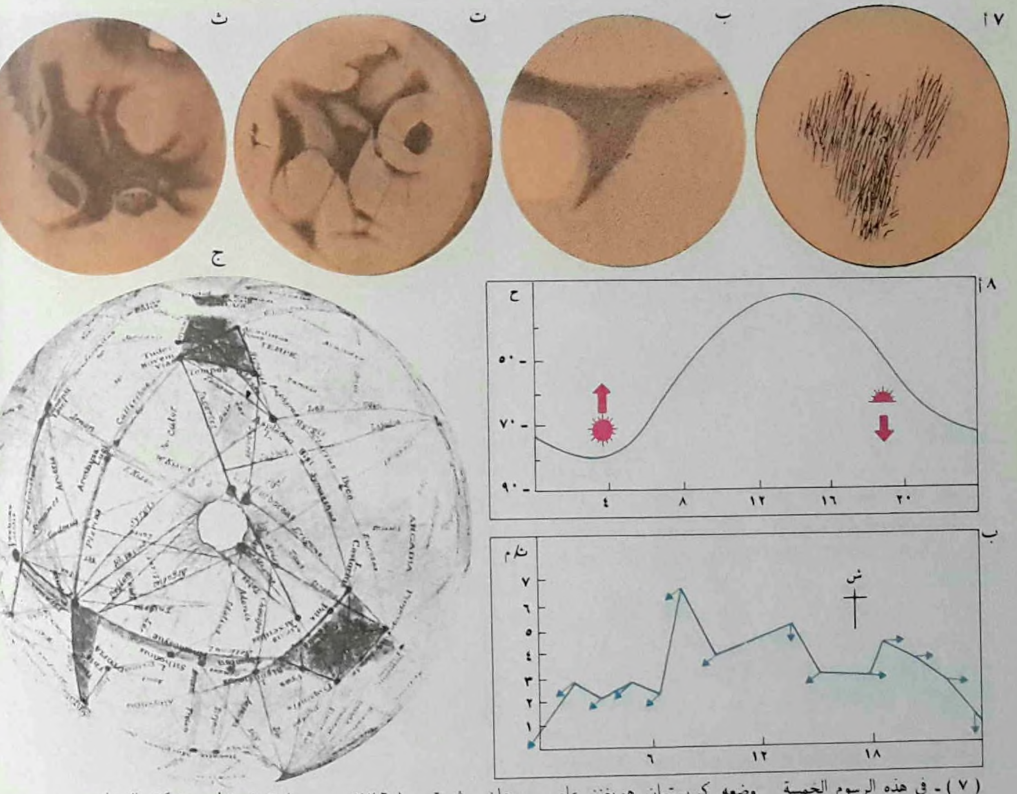
مقابلة مرة كل ٧٨٠ يوماً تقريباً . كما يبدو في (ج). حدثت مقابلات في الاعوام ١٩٦٧ و ١٩٦٩ و ١٩٧١ و ١٩٧٣ و ١٩٧٥ و ١٩٧٨. وستكون المقابلة المقبلة في فبراير عام ١٩٨٠ . تبدأ سلسلة الرسوم (أ - ث) حينما كانت الارض متقابلة مع المريخ . فعندما يكون المريخ قد بلغ الوضع (أ). تكون الارض قد انتقلت الى الوضع ٢ ؛ وعندما تكون الارض قد اتمت دورة كاملة (ب). يكون المريخ قد أتم أكثر بقليل من نصف دورة ؛ وعندما تكون الارض قد أتمت ١,٥ دورة (ت). يكون المريخ قد أتم تقريباً دورة واحدة ؛ وبعد ٧٨٠ يوماً. يصبح السياران في مقابلة من جديد (ث) .

(٥) - أظهرت مراقبات المريخ التي تمت عام ١٩٧٢ شريطاً محيطياً واضح المعالم (أ) على حافة القلنسوتين القطبيتين الآخذتين بالانحسار (من ب الى ج) . عزا جيراردي فوكولور عام ١٩٣٩ الانحسار الى تبخر الماء. وهو ما قد يدل على وجود نباتات . غير أن فكرة النباتات لم تعد مقبولة اليوم. مع أن القلنسوتين القطبيتين تحتويان على جليد مائي .

(٦) - كانت عاصفة الغبار التي هبت عام ١٩٧١ أعنف العواصف التي لوحظت حتى الآن . (أ) ٢٠ سبتمبر ١٩٧١ : قبل العاصفة. البقع القاتمة تُرى بوضوح ؛ (ب) ١٢ اكتوبر ١٩٧١ : يغطي الغبار السيار وقد اقترب مارينر ٩ من المريخ خلال هذه المدة ؛ (ت) ٨ فبراير ١٩٧٢ : انقشع الغبار وعادت أبرز أشكال السطح الى الظهور .

وأصغر منها بكثير (لا يتجاوز قطره ٦٧٩٠ كلم) . كانت سرعة الافلات منه (أي السرعة التي يجب على جسم أن يبلغها للتغلب على الجاذبية) منخفضة لا تتعدّى ٥ كلم في الثانية . وهذا ما يفسر عدم كثافة جوه . العنصر الرئيسي الذي يشكل هذا الجو أصبح معروفاً الآن . وهو ثاني اكسيد الكربون (٩٥٪) . والضغط البارومتري في مستوى السطح أقل من ١٠ ملّيبارات . بناء على ذلك ليس بامكان أي كائن أرضي حي متقدم أن يعيش هناك بدون حماية خاصة .

لا يوجد اليوم ماء سائل على سطح المريخ . غير أن القلنسوتين القطبيتين مكونتان في الدرجة الأولى من الجليد مع القليل من ثاني اكسيد الكربون (الجليد الناشف) . يتغير حجم القلنسوتين تبعاً للفصل المريخي . وتبلغان في أقصى امتدادهما مساحة تُمكّن من رؤيتهما بمرقب صغير (٥) .



(٧) - في هذه الرسوم الخمسة ترى مراحل مختلفة من استكشاف المريخ بالمرقب . في الرسم الاول (أ) . الذي وضعه كريستيان هويغنز عام ١٦٥٩ . لا يرى الا سرتيس ماجور . في الرسم (ب) . الذي وضعه المراقب الرائد يوهان شروتر (١٧٤٦ - ١٨١٦) عام ١٨٠٠ . يرى أيضاً سرتيس ماجور . ولكن بشكل أوضح . في رسم شياباريلي (ت) . تظهر شبكة القنوات الشهيرة . أما أ . م . انتونيادي . الذي استعمل مرقباً كاسرا ذا قطر يبلغ ٨٣ سم .

خرائط المريخ الأولى

كان أول رسم تظهر فيه علامات على سطح المريخ من صنع الفلكي الهولندي كريستيان هويغنز (١٦٢٩ - ١٦٩٥) عام ١٦٥٩ (٧ - أ) . يمثّل هذا الرسم المنطقة ذات الشكل ٧ المسمّاة اليوم سرتيس ماجور بلانيتيا ، مع كثير من المبالغة .

العالم الفلكي الذي دشن عام ١٨٧٧ ما يمكن ان يسمى بالفترة الحديثة للبحث المرقبي هو جيوفاني شيابارلي (١٨٣٥ - ١٩١٠) ، وذلك بمراقبته للمريخ عندما كان في الحضيض الشمسي وفي المقابلة ، وهو وضع ممتاز للمراقبة .

راقب شيابارلي المريخ من ميلانو ورسم خريطة فاقت كل ما جاء قبلها (٧ - ت) . بيّن على هذه الخريطة الاشكال المستقيمة التي تبدو اصطناعية والتي سماها القنوات ، فأصبحت منذ ذلك الحين تعرف بقنوات المريخ . جاء من يقول أن هذه الاشكال هي مجاري مياه اصطناعية ، بناها سكّان المريخ بمثابة شبكة ريّ واسعة النطاق . كان الماء ، وفاقاً لهذه النظرية المثيرة ، يُجرّ من القلنسوتين القطبيتين .

بقي شيابارلي ذاته منفتح الذهن امام مثل هذه الآراء . لكن الفلكي الامريكي برسيفال لوولّ (١٨٥٥ - ١٩١٦) منشىء مرصد لوولّ في فلاغستاف بأريزونا بالولايات المتحدة كان مقتنعاً اقتناعاً تاماً بأن على المريخ حضارة متقدمة جداً .

سطح المريخ

لمعظم مناطق سطح المريخ لون المغرة الضاربة الى الحمرة ، تسمّى هذه المناطق عادة صحارى ، وبالرغم من عدم الشبه بين هذه الصحارى والصحارى الارضية كالصحراء الكبرى ، قد تكون التسمية مصيبة ، فعواصف الغبار في هذه المناطق ليست نادرة ، وفي جو السيار رياح (٦) .

مع أن « القنوات » المريخية غير موجودة بالفعل ، فقد بيّنت مسابير فايكنغ أنه من الممكن ان تكون المياه قد جرت في الماضي بغزارة على سطح المريخ .

٩



فلم يكن مؤمناً بالقنوات ، لكن رسمه (ث) جاء دقيقاً للغاية . أخيراً الرسم الذي وضعه برسيفال لوولّ حوالى عام ١٩٠٥ (ج) .

(٨) - قاس فايكنغ ١ بدقة درجة الحرارة وسرعة الريح على سطح المريخ في منطقة كرايز بلانيتيا . تبين من تلك القياسات ان مدى حرارة النهار يفوق ٧٠° س (أ) وان الحرارة القصوى التي سجلت خلال يوم مريخي بقيت دون نقطة التجمد ، مع العلم ان كرايز يقع بعيداً الى الشمال عن خط استواء المريخ . سجل المسبار أيضاً اتجاه الرياح وسرعتها (أمتار بالثانية) خلال اليوم المريخي (ب) . أشير هنا بالاسهم الى اتجاه الريح .

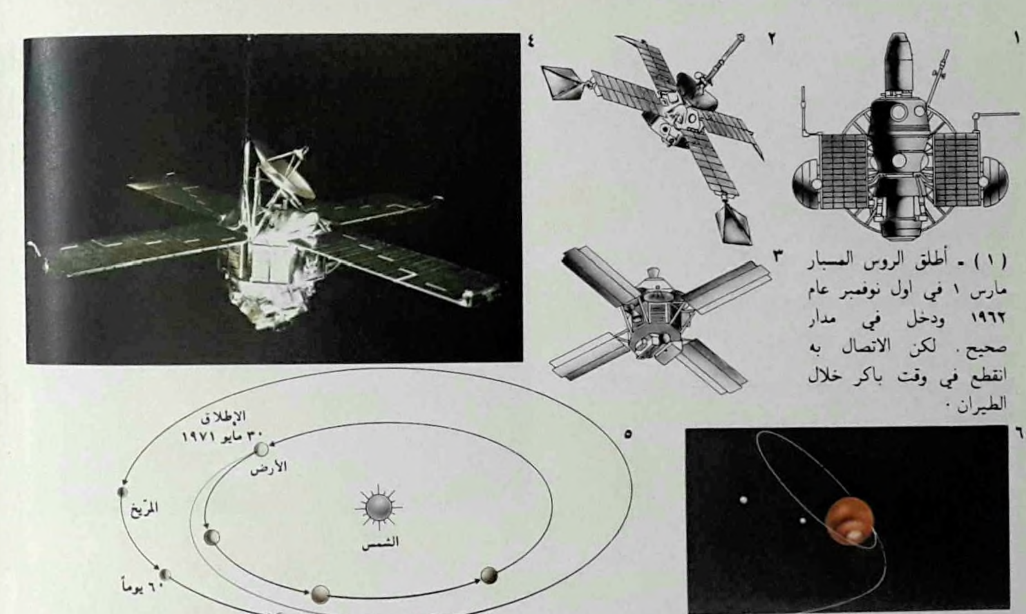
(٩) - صوّر فايكنغ ١ براكين المريخ ، وهي ثلاثة في جبال تارسيس ، بالاضافة الى جبل الاولب . التقطت الصورة عن بعد ٥٦٠٠٠ كلم .

الرحلات الى المرّيخ

المريخ جرم صغير نسبياً ، ومن الممكن مراقبته من الارض بدقة خلال بضعة شهور فقط مرة كل سنتين تقريباً . كانت معرفة الانسان بالمريخ ناقصة . قام الروس عام ١٩٦٢ بأول محاولة لارسال مسبار باتجاهه (١) . فأخفقوا لأن الاتصال من الارض بالمركبة الفضائية انقطع في مرحلة مبكرة نسبياً ، ولم يكن بالامكان اعادته . لكن المسبار الامريكي مارينر ٤ مرّ بالقرب من المريخ (٢) ، وأرسل الى الارض أولى المعلومات المفصلة عن هذا السيار .

نتائج برنامج مارينر

تبيّن أن جو المريخ أرقّ مما كان



(١) - أطلق الروس المسبار مارس ١ في اول نوفمبر عام ١٩٦٢ ودخل في مدار صحيح . لكن الاتصال به انقطع في وقت باكر خلال الطيران .

(٢) - كان اول مسبار مريخي ناجح مارينر ٤ الامريكي ، الذي اطلق عام ١٩٦٤ . وقد أرسل أولى الصور عن فوهات السيار .

(٣) - مر بالمريخ مارينر ٦ في يوليو عام ١٩٦٩ وأرسل معلومات مفصلة . مرّ به ايضاً مارينر ٧ بعد ثمانية أيام . درس مارينر ٦ المناطق الاستوائية ، بينما شملت دراسة مارينر ٧ القطب الجنوبي . تمت عملية تصوير فوتوغرافي واسعة النطاق ، وقام الاثنان بدراسات قيّمة عن الجو .

(٤) - كان مارينر ٩ ، وهو انجح مسبار للمريخ حتى اليوم ، مركبة معقدة . لقد عملت الكاميرات ، التي كانت تدار من الارض ، مدة اطول مما كان مصمماً لحياة المسبار نفسه . لم تتعطل ادارتها من الارض الا في اكتوبر عام ١٩٧٢ ، عندما نفدت الغازات من المحركات النفاثة . قام مارينر ٩ بقياس درجات الحرارة ، وبتحليل الجو المريخي والتقاط صور مذهلة مكّنت علماء الفلك من اعداد خرائط دقيقة . وقد صور ايضاً تابعي المريخ .

(٥) - وصل مارينر ٩ الى المريخ في شهر نوفمبر عام ١٩٧١ ، بعد انطلاقه في شهر

متوقعاً ، فبدلاً من ان يكون مكوّناً من الآزوت تحت ضغط ٨٥ مليباراً على السطح ، كما كان مظنوناً ، ثبت انه مكوّن في الدرجة الاولى من ثاني اكسيد الكربون . وأن الضغط دون ١٠ مليبارات . وهذا ما اضعف فجأة امكانية وجود أي نوع فيه من انواع الحياة المتطورة . لكن اكثر ما اثار الدهشة اكتشاف فوهات براكين على سطحه تشبه ظاهراً الفوهات الموجودة على سطح القمر . فقد كانت هذه الفوهات كبيرة ولبعضها قمم مركزية شبيهة بقمم القمر .

خلال صيف ١٩٦٩ ، وبعد ان حط نيل ارمسترونغ وادوين ألدرين على سطح القمر بأيام قليلة في ابولو ١١ ، أرسل الى المريخ المسباران الامريكيان مارينر ٦ (٣) ومارينر ٧ ، فراقبا مجدداً الفوهات والمناطق الجبلية .

لم تقم المسابير مارينر الثلاثة هذه الا بتحليق فوق المريخ ، ثم تابعت سيرها الى

مايو . سار في مدار انتقالي مستخدماً الجاذبية الشمسية . لقد سُرّع هذا المسبار من الارض ، فانطلق في الفضاء ، متوجها للقاء السيار المنشود .

(٦) - فيما كان مارينر ٩ يقترب من المريخ ، مر بجانب التابعين المريخيين والتقط صوراً لهما . يرى هنا مدارهما مع المدار الاهليلجي للمسبار بعد ان دخل مساراً ٨ قريباً حول السيار .

(٧) - أطلق مسبارا فايكنغ الاول والثاني في صيف ١٩٧٥ ليهبطا برفق على سطح المريخ في منتصف عام ١٩٧٦ . بدأت الخطوات المبرمجة للاستكشاف بهبوط المسبار الاول في منطقة كرايز والثاني في يوتوبيا . يتألف كل مسبار من قسمين ، مداري وهابط . فعندما تصبح العربة المزدوجة في مسارها حول المريخ (١) ، ينفصل الهابط عن المداري (٢) ، ثم يدخل في جو السيار ويبدأ هبوطه على سطحه . على ارتفاع منخفض نسبياً تنفتح المظلة الواقية الرئيسية (٣) . بعدئذ ينفصل الهابط عن المظلة (٤) ويتابع هبوطه بفعل قوته الخاصة التي تتوقف عن العمل على علو ١٥ متراً تقريباً فوق السطح . فيسقط المسبار برفق في الموقع المختار (٥) . خلال الهبوط ، يتم تحليل طبيعة الجو المريخي . في غضون ذلك ، يظل المداري في مسار قريب حول المريخ ويقوم بدور المحطة الناقلة للمعلومات الواردة من الهابط.

(٨) - كشفت الصور الملونة التي التقطها فايكنغ ١ للمريخ عن مواد حمراء برتقالية تغطي القسم الاكبر من السطح (الى أسفل اليمين) . قد تكون المواد المائلة الى الاحمرار من الليمونيت وأكسيد الحديد المائي . للسماء لون محمر . وربما كان ذلك ناجما عن تعثر الضوء وانعكاسه بسبب جسيمات الغبار المنتشرة في الجو .

مدار حول الشمس . اما مارينر ٨ ومارينر ٩ ، اللذان أطلقا عام ١٩٧١ ، فكانا مختلفين ومعدّين للدوران حول المريخ وارسال معلومات - تتضمن صوراً فوتوغرافية - خلال أشهر لا خلال ايام معدودة . اخفق مارينر ٨ مباشرة بعد انطلاقه وسقط في البحر . لكن مارينر ٩ (٤) حقق نجاحاً وأرسل كمية كبيرة من المعلومات الجديدة بما فيها ٧٣٢٩ صورة فوتوغرافية . اكتشفت كاميرات المركبة الفضائية براكين يشبه شكلها شكل براكين هاواي الأرضية ، غير انها اكبر منها بكثير .

مسابير فايكنغ تبحث عن الحياة

لكن هل يتوقع العثور على احد اشكال الحياة في هذه الاصقاع الباردة القاسية ؟ لمعرفة ذلك أرسل الامريكيون مسباري فايكنغ . دخل الاول في مدار الكوكب في ١٩ يونيو ١٩٧٦ ، والثاني في ٧ اغسطس عام

٩



١٠



(٩) - صوّر فايكنغ ١ هذا المشهد الرائع لغروب الشمس على سهل كرايز بلانيتيا . باشرت الكاميرا بتصوير المشهد ابتداء من اليسار ٤ دقائق تقريباً بعد غياب الشمس وراء الأفق ، ودام التصوير ١٠ دقائق ، وكانت الشمس قد انحدرت ٣ درجات تقريباً تحت الافق عندما انتهى . يظهر سطح السيار

١٩٧٦ . بعد فترة خُصصت لأخذ الصور الاستكشافية للعثور على موقع ملائم للهبوط ، اطلق كل من المسبارين عربة . فنزلت عربة فايكنغ ١ في حوض كرايز الفسيح بالقرب من منتصف خطوط العرض الشمالية في ٢٠ يوليو . وحطت الثانية في ٣ سبتمبر على يوتوبيا بلانيتيا على بعد حوالى ٤٧٠٠ كلم من العربة الاولى .

أظهرت الصور المذهلة التي ارسلتها العربتان تربة حمراء برتقالية انتشرت عليها الحجارة . كانت السماء وردية اللون بسبب انتشار الضوء في الغبار الجوي الاحمر . اما العناصر الأساسية في التربة التي كشف عنها مقياس الطيف السيني الفلوري . فكانت السيليكون والحديد والكالسيوم والالومنيوم والتيتانيوم .

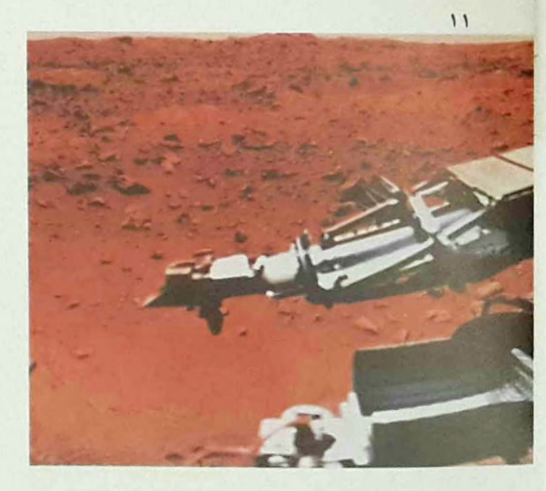
أسود . ويبدو خط الافق واضحاً تماماً .

(١٠) - صورة شاملة التقطها فايكنغ ٢ تبيّن المشهد في يوتوبيا بلانيتيا وذلك في مركّب تصويري من ثلاث لقطات . يبدو السطح وقد تناثرت عليه حتى الافق حجارة من احجام مختلفة . قد يكون بعضها صادراً عن فوهة ماي القريبة التي يبلغ قطرها كيلومتراً واحداً تقريباً .

صُححت الصورة الكترونيا لإزالة تأثير انحناء المركبة ٨ درجات نحو الغرب .

(١١) - ترى هنا مجرفة العينات في فايكنغ ١ جاثمة على تربة كرايز بلانيتيا الحمراء البرتقالية . بعض الصخور قاتمة وخشنة . بينما غيرها ذو مظهر فاتح أملس . وقد يكون مصدرها رواسب نهرية أو سيول حمم بركانية .

١١



نتائج الاختبارات

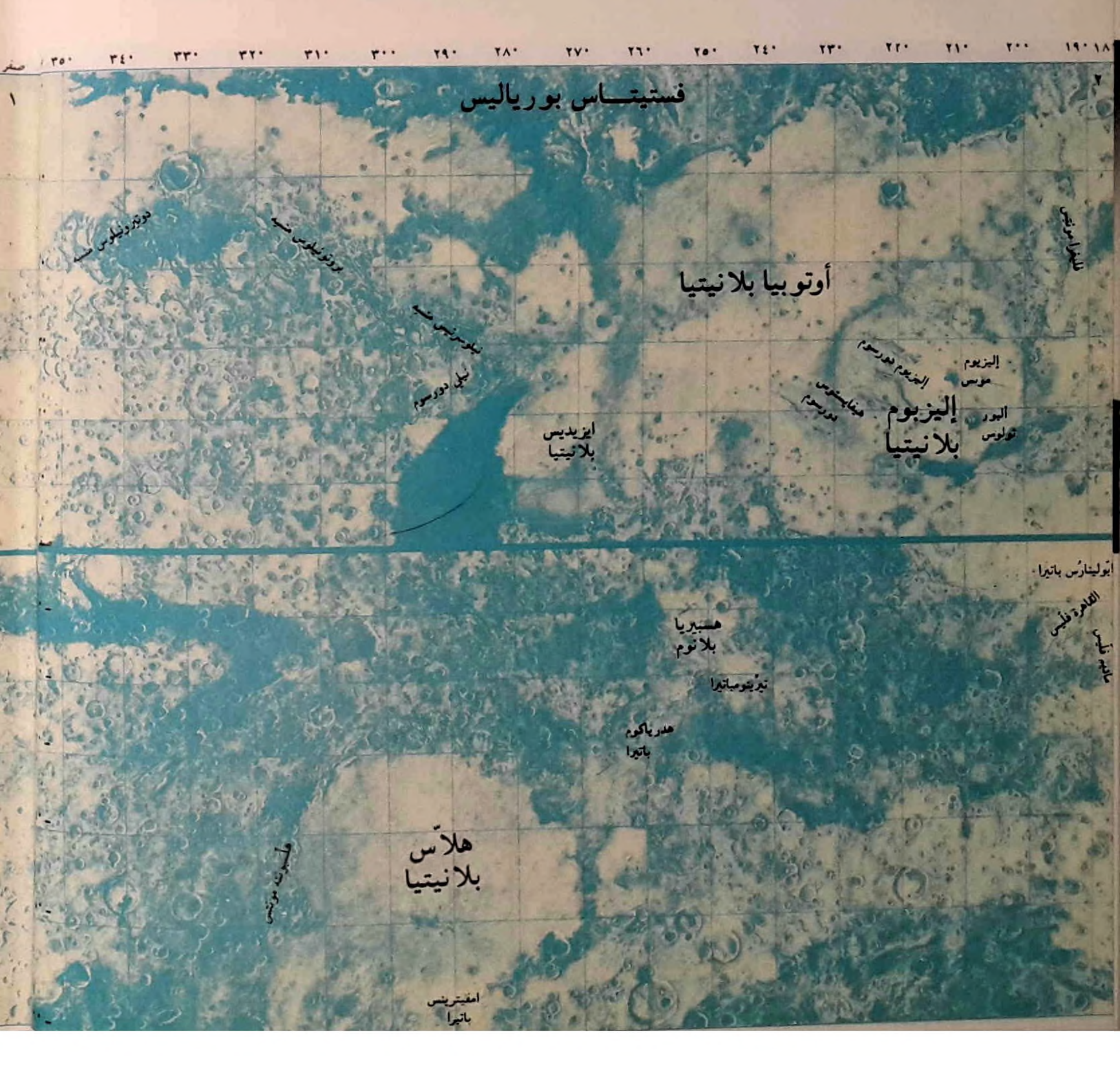
حفرت كل من العربتين الارض واستخرجتا عينات ارسلت بعدئذٍ الى المختبرات البيولوجية للتحليل . فكانت النتائج مدهشة . كانت الاختبارات قد صممت على اساس ان أي شكل من اشكال الحياة ، اذا وجد في التربة . لا بد ان يمتص منها ويفرز فيها بعض المواد الكيميائية الاساسية . فكشف اختبار « تبادل الغازات » الاول عن ظهور الاكسيجين . خلال فترة قصيرة جداً بكمية كانت اكثر بـ ١٥ ضعفاً مما كان منتظراً .

بدا اختبار « اطلاق المواد التصنيفي » مثيراً للاهتمام ايضاً لأول وهلة . فالمعروف انه . اذا كانت هناك جراثيم . لا بد لها من ان تمتص الكربون ١٤ وتطلق نفايات اشعاعية كثاني أكسيد الكربون وأول اكسيد الكربون وميثان الكربون . عُثِر في الواقع على كمية كبيرة من ثاني اكسيد الكربون.

اما « الاختبار الحراري » . فقد أشار الى ان شيئاً ما كان يمتص ثاني اكسيد الكربون من الهواء في غرفة الاختبار ويدخله في مركبات أخرى في التربة . لكن هل كان هذا « الشيء » كيميائياً ام حيوياً ؟ هذا السؤال بقي بلا جواب حتى الآن .

خرائط المرّيخ

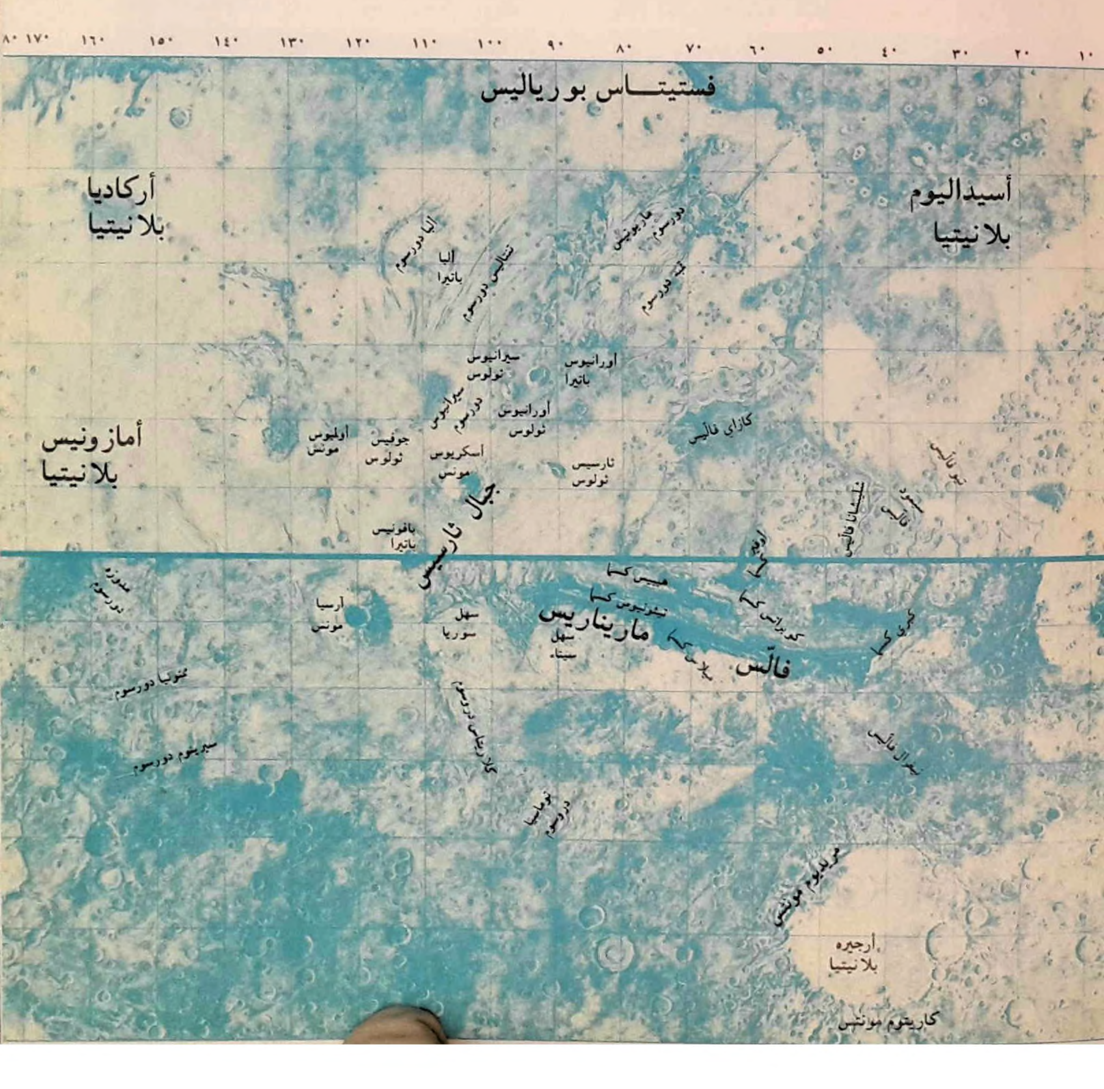
اعاد جيوفاني شيابارلي (١٨٣٥ - ١٩١٠) تسمية اكثر تضاريس المريخ بعد ١٨٧٧ . فحل نظامه محل التسمية القديمة ٠ فبحر القيصر او الساعة الرملية مثلا اصبح السَرت الأكبر (سيرتيس مايور) ٠ ثم قام الاتحاد الجغرافي الدولي . على اثر النتائج التي جاء بها مارينر ٩ . باجراء تعديلات على تسميات شيابارلّي . مستبدلا اياها بأسماء لاتينية اطلقها على البنيات الطوبوغرافية . تمييزا لها عن اسماء بنيات الألبيدو وهي الاشكال العائدة الى قدرة السيّار العاكسة ٠ استعملت الاسماء اللاتينية الجديدة في الخرائط الواردة أدناه ٠



نصف الكرة الغربي

يحتوي نصف الكرة الغربي (٢) على القسم الاكبر من منطقة أسيداليا بلانيتيا . يعتبره معظم المراقبين اكثر النصفين جدارة بالاهتمام . لاسباب كثيرة . ولأنه يحتوي ايضا على عدد من اكبر البراكين . لاسيما جبل اولمبوس الذي يُرى من الأرض كبقعة صغيرة . تحيط بهذا الجبل منطقة واسعة شبه مستديرة خالية نسبيا من الفوهات الكبرى . تحتوي على امازونيس بلانيتيا غربا وعلى اركاديا بلانيتيا الى الشمال الغربي وعلى جبال ثارسيس الى الجنوب الشرقي . من المرجح ان تكون الفوّهات القليلة الصغيرة نسبيا هنا نتيجة لصدمات نيزكية . وليست ناجمة عن النشاط البركاني .

تمتد منطقة فستيتاس بورياليس الصحراوية حول منطقة القطب الشمالي . وترى حافتها الجنوبية في اعلى الخريطة

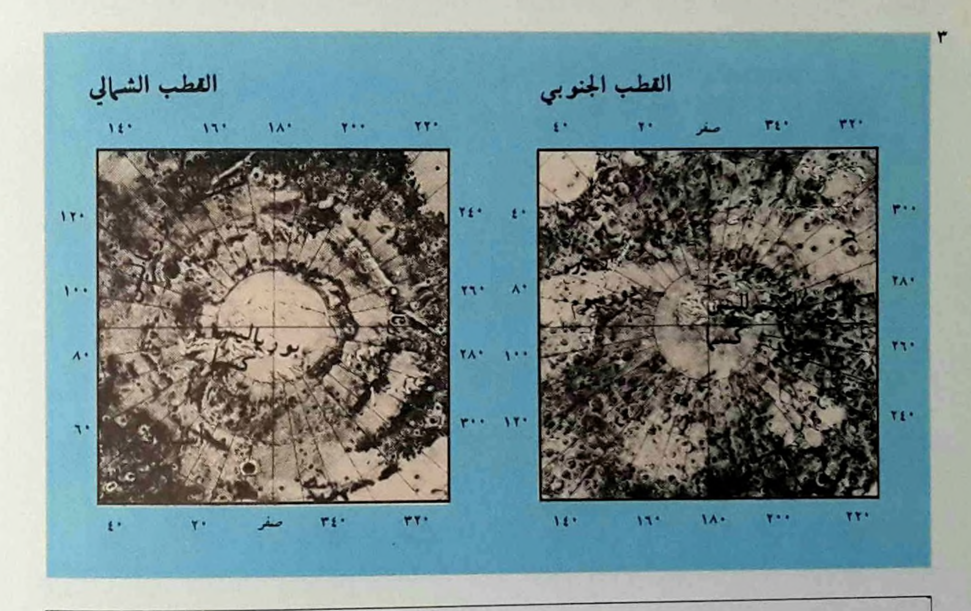


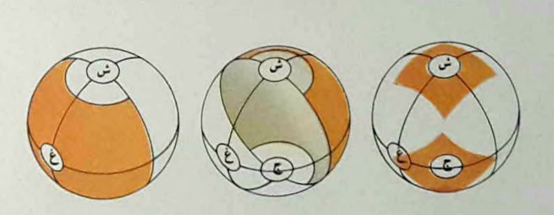
الأولى. في الشتاء الشمالي. تمتد القلنسوة القطبية احيانا حتى وادي تمبه فوسّه وتغطي هذه المنطقة المظلمة.

اختيرت كرايز بلانيتيا موقعا لهبوط مسبار فايكنغ ١ في صيف عام ١٩٧٦ (بينما حط فايكنغ ٢ على اوتوبيا بلانيتيا في نصف الكرة الشرقي). على بعد ٥° تقريبا جنوبي خط الاستواء. وفي الخط صفر من خطوط الطول. يقع جيب خط الزوال الذي اختير بمثابة نقطة انطلاق لخطوط الطول المريخية ؛ وفي ٢٠° غربا و ٢٠° جنوبا منها. تقع بقعة جيب مرغريتيفر المظلمة. لم يحتفظ الاتحاد بهذه الاسماء (وهي لا تظهر على الخريطة). لأنها لا تنطبق على أي من البيّنات الطوبوغرافية الجليّة.

تسيطر على نصف الكرة هذا شبكة هائلة من الوديان المتصدعة الممتدة شرقا من جبال ثارسيس مونتيس عبر وهاد تيثونيوس كسما

٣





(٢) - تبيّن المناطق الصفراء على هذه الكرات. الى اليسار. نصف الكرة المريخية الشمالي. وفي الوسط. النصف الشرقي. والى اليمين القطبين الشمالي والجنوبي.

وميلاس كسما وكوبراتس كسما حتى وادي سيمود فاليس مباشرة جنوبي وهدة تيثونيوس كسما يقع سهل سوليس بلانوم . وهو اكثر مناطق المريخ تغيرا . فقد لاحظ المراقبون فيه منذ عام ١٨٧٧ تغيرات بارزة في شكله وكثافته . كان من السهل في الماضي تفسير هذه التغيرات وفقا للفرضية النباتية . فتُعزى الى وجود نبات في هذه المناطق . اما اليوم . وقد ساد الاعتقاد ان المناطق القاتمة هي لا عضوية . فقد اصبحت هذه التغيرات اكثر مدعاة للحيرة .

البقع القاتمة الظاهرة بوضوح حول اخاديد اقنية سيرينيوم فوسّه ووادي نيرغال فاليس المتعرج هي كناية عن « بحرين » قديمين حذفا من جداول الاسماء الحديثة . المنطقتان مليئتان بالفوّهات . حط المسبار الروسي مارس ٣ جنوبي اقنية سيرينيوم فوسّه عام ١٩٧١ . لكنه لم يبثّ الا لعشرين ثانية بعد وصوله ولم يكن لذلك اية فائدة تذكر .

نصف الكرة الشرقي

المعالم الرئيسية في نصف الكرة الشرقي (١) هي سهول سيرتيس بلانيتيا التي كان قد سجلها عام ١٦٥٩ كريستيان هويغنز (١٦٢٩ - ١٦٩٥) . وهي اكثر البنيات المظلمة بروزا على المريخ . بيّن مارينر ٩ انها هضبة ملساء نسبيا . منحدرة نحو الشرق باتجاه حوض ايزيديس بلانيتيا . وليست قاع بحر غائر . كما كان يُعتقد سابقا . مما يدعو الى الدهشة هو ان لا شيء ما عدا اللون يميّزها عن سهول ايزيديس بلانيتيا . مما يدعو الى الدهشة هو ان لا شيء يميّزها عن سهول ايزيديس بلانيتيا ما عدا اللون . مما يسمح بالاستنتاج ان لون سيرتيس بلانيتيا القاتم مستمد من الألبيدو (القدرة العاكسة) المنخفض لصخورها .

سهول اليزيوم في شرقي الخريطة مقاطعة بركانية ذات عمر جيولوجي متوسط . وتحتوي على فوّهتين بركانيتين ضخمتين . اما المنطقة القاتمة الواقعة ٥٥° شمالي خط العرض . فهي النصف الثاني من صحاري فستيتاس بورياليس . التي قد يعود اليها ظهور اللون القاتم على المنطقة المحيطة بالقلنسوة القطبية الذي كان يُعزى سابقا الى الآثار المنظورة لذوبان الجليد . تسود القسم الجنوبي من نصف الكرة هذا منطقة سهول هلّاس بلانيتيا التي تبدو احيانا من الأرض مشرقة الى حد انها تعتبر قلنسوة اضافية للقطب . الى شرقي هلّاس . بنيتان قاتمتان بارزتان كانتا تعرفان في الماضي باسم بحري ماري تيرّانوم وماري سيميريوم .

القلنسوتان القطبيتان

في المنطقة القطبية الشمالية (٣) . لا تختفي كليا القلنسوة البيضاء في اي وقت من الاوقات . يظهر هنا ايضا قسم من سهول اسيداليوم بلانيتيا . وهي ابرز البنيات القاتمة في النصف الشمالي من السيّار .

في المنطقة القطبية الجنوبية (٣) . تلاحظ . في دائرة تبعد ١٠° . عن القطب . مساحة ملساء رقائقية . كما ترى . على خط الطول ٤٥° . البقايا الصيفية للقلنسوة القطبية . المناطق القاتمة المجاورة ملأى بالفوّهات . يبرز منها جبل ارجيره دورسوم . خلال الشتاء الجنوبي . تغطي الرواسب القطبية المنطقة بكاملها تقريبا .

منظر شامل للمرّيخ

مع انه من شبه المؤكد ان للمريخ عمر الأرض تقريبا (حوالى ٤٧٠٠ مليون سنة) . فهو اصغر منها واقل كثافة بكثير ، مما يدل على انه كان اسرع منها تطورا . هذا ما حمل على الاعتقاد بأن تضاريس سطحه اكثر تأكلا وتلفا ، اذ ان جوّه لا يستهان به ، وان كان رقيقا .

الفرضيات القديمة والحديثة

من الطريف ان نلقي نظرة الى الوراء ونستعرض آراء علماء الفلك في المريخ قبل عام ١٩٦٥ . عندما ارسل المسبار الاول الناجح مارينر ٤ معلومات عنه مأخوذة من مسافة قريبة . كان يُعتقد ان المناطق القاتمة فيه

١



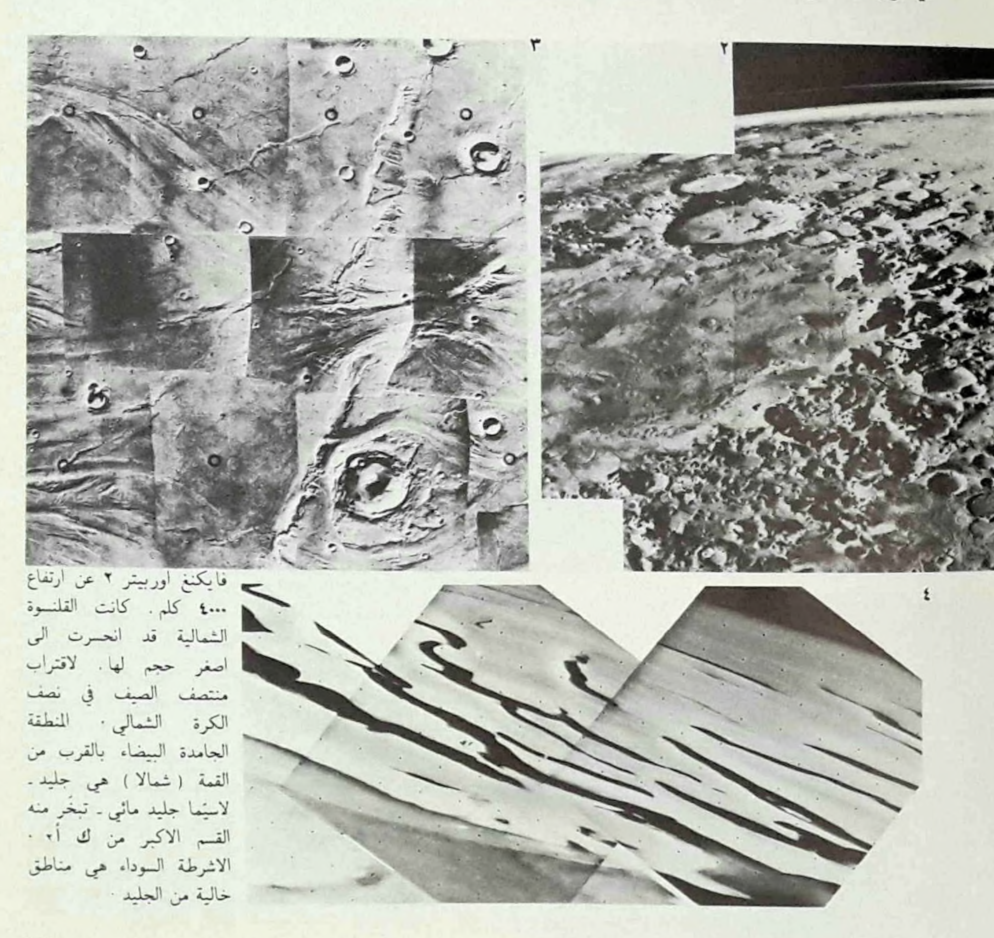
(١) ـ اخذ فايكنغ ١ هذه الصورة لجبل الاولمب ، وهو البركان المريخي الكبير ، عن بعد ٨٠٠٠ كلم . يُرى الجبل البالغ ارتفاعه ٢٥ كلم ، في صبيحة النهار ، محاطا بغيوم على ارتفاع ١٩ كلم . وتمتد فوّهاته ، التي يبلغ قطر بعضها ٧٠ كلم والمؤلفة من حلقات ، الى داخل الغلاف الجوي الطبقي (الستراتوسفير) . كما تمتد وراء الجبل موجة ضخمة من الغيوم على بضع مئات من الاميال .

(٢) ـ هذا المنظر المائل لسهل ارجيره بلانيتيا يمتد نحو الافق مسافة ١٩٠٠٠ كلم . اما ارجيره ، الذي يُرى في الوسط الى اليسار ، فهو سهل منبسط نسبيا تحيط به اراض تكثر فيها الفوّهات .

(٣) ـ صُوّرت هذه الأخاديد المتأكلة بالقرب من موقع هبوط فايكنغ ١ في سهل كرايز بلانيتيا ، لعلها بقايا مجاري مياه قديمة ، مما يوحي بأن المنطقة هي كناية عن حوض رسوبي . الصورة تكوّنت من ١٥ صورة التقطها فايكنغ اوربيتر عن بعد ١٦٨٠ كلم . سيول الحمم تقاطعها صدوع ، وقد انتشرت فيها فوّهات ناجمة عن صدمات نيزكية . يبدو في اليمين الاعلى كما لو ان مجرى مياه صغير كان متجها اولا نحو شمالي سهل لونه بلانوم ثم قطع المنطقة الى ان اتجه اخيرا نحو الشرق . قد تكون المياه تجمعت من هنا وهناك وراء الضلوع قبل ان تشق طريقها فيها لتشكل « بقع ماء » .

(٤) ـ ما تزال كميات كبيرة من المياه موجودة على المريخ ، متجمدة في قلنسوة القطب الشمالي . في هذه الصور المتقاطعة ، التي التقطها

انخفاضات . وبالارجح اقواع بحور . وان المناطق الفاتحة . كهلاّس بلانيتيا وأرجيره بلانيتيا . هضاب . كان يعتقد ايضا ان سطح المريخ قليل التضاريس . خال من الجبال العالية والوديان العميقة . اما الواقع . فهو على خلاف ذلك . لقد كشفت الصور الاولى . التي ارسلها مارينر ٤ عن فوهات (٦) . كانت الصور تصبح اكثر وضوحا كلما كان المسبار يقترب من السيَّار حتى انجلت ، بدون اي التباس . الطبيعة العامة للمنظر . فبدلا من ان يكون المريخ جرما مستوي السطح . تبيّن انه في منتهى الخشونة . كما تبيّن ايضا ان هناك اختلافات واضحة بين المناطق المختلفة . وان سطح المريخ اكثر تنوعا بكثير من سطح القمر . كذلك بيّن مارينر ٤ ان الجو ارقّ بكثير مما كان يعتقد سابقا . وهكذا اخذت فرضية اقواع البحور المليئة بالنباتات تبدو اقل احتمالا .



فايكنغ اوربيتر ٢ عن ارتفاع ٤٠٠٠ كلم . كانت القلنسوة الشمالية قد انحسرت الى اصغر حجم لها . لاقتراب منتصف الصيف في نصف الكرة الشمالي . المنطقة الجامدة البيضاء بالقرب من القمة (شمالا) هي جليد . لاسيّما جليد مائي . تبخر منه القسم الاكبر من ك أ٢ . الاشرطة السوداء هي مناطق خالية من الجليد .

في عام ١٩٦٩. اعطى مارينر ٦ ومارينر ٧ صورة مشابهة عن المريخ. وبدا ان هناك مناطق ملأى بالفوّهات واخرى يمكن وصفها بأنها «مشوشة». اي بدون اي شكل معيّن. بسبب التحسينات الفنية جاءت الصور اكثر وضوحا من صور مارينر ٤.

اكتشافات مارينر ٩

جاءت اكثر الاكتشافات على المريخ مدعاة للدهشة من مارينر ٩ الذي احرز نجاحا باهرا عام ١٩٧١. خصوصا انه كان عليه ايضا ان يعوّض عن فشل سلفه مارينر ٨. بعد ان اقترب من السيار وصوّر تابعيه. كان عليه ان ينتظر هدوء عاصفة الغبار ويراقبها. تبيّن له حينذاك ان الغبار كان يمتد تقريبا الى قمّتي جبل اولمبوس وجبل أرسيا. وهما اعلى قمتين معروفتين على المريخ. يربو ارتفاعهما على ٢٠ كلم. عندما صفا الجو. اتضح ان

٥



(٥) ـ فالس ماريناريس واد ضيق استوائي فسيح. يمتد على ما يقرب من ثلث قطر المريخ. تظهر في جداره الخلفيّ عدة انهيارات مهمة حدثت بالتسلسل. ولربما كانت ناجمة عن زلازل. على طول الجدار الامامي. يبدو ان انهيارات اخرى قد وقعت ايضا. هناك وديان فرعية تخترق الهضاب وتصب عند نهاية الوادي. قد تكون هذه الوديان ناجمة عن تآكل بطيء احدثه في الماضي تسرب المياه السطحية. او عن عملية هدامة كانت تتحرك فيها الكتل الصخرية انحدارا بينما كان جليد التربة يتجمد ثم يذوب. هذه الصورة الفسيفسائية مكوّنة من صور التقطها فايكنغ اوربيتر عن بعد ٤٢٠٠ كلم.

٦



هذين الجبلين هما بركانان شاهقان . فتغيرت للحال مرة اخرى جميع الآراء حول طبيعة المريخ . كان القليل من الفلكيين يتوقع وجود براكين من النوع الارضي على المريخ . فاذا بالتشابه بين جبلي اولمبوس وأرسيا وبين براكين هاواي الارضية لا يرقى اليه اي شك . التباين الوحيد كان في القياس . فقد اجريت تقديرات لارتفاع التضاريس بواسطة الرادار وبقياس كثافة طبقات ثاني اكسيد

٧

(٦) ـ في عام ١٩٦٥ . ارسل مارينر ٤ صورا فوتوغرافية عن المريخ مأخوذة عن قرب . استغرق نقل هذه الصورة ٨ ساعات و ٣٥ دقيقة .

(٧) ـ في هذه الصورة التي التقطها فايكنغ اوربيتر ١ . تنحدر التربة من الغرب الى الشرق على امتداد ٣ كيلومترات تقريبا . الاخاديد هي امتدادات لأخاديد غربي المنطقة التي هبط فيها فايكنغ ١ في سهل كرايز بلانيتيا . انها توحي بوجود سيول قوية من الماء انحدرت من سهل لونه بلانوم عبر هذه المنطقة الى المنطقة التي اخذ منها فايكنغ ١ عيّنات من التربة .

الكربون في مناطق مختلفة . فكانت النتيجة ان براكين المريخ بلغ ارتفاعها ثلاثة اضعاف ارتفاع براكين هاواي . وانها تبدو نسبيا اكثر ارتفاعا ايضا .

المسح الفوتوغرافي للمريخ

احدثت اكتشافات مارينر ٩ ومسابير فايكنغ انقلابا في معرفتنا لسطح المريخ . وسيستغرق التحليل الكامل لهذه الاكتشافات سنوات عديدة . اكثر ما يلفت النظر هو تنوع الاشكال في المناطق المختلفة . فالمناطق الملأى بالفوّهات تعقبها مناطق مستوية السطح نسبيا ؛ وفضلا عن البراكين الكبرى . هناك وديان تصريف وأحواض عميقة خير مثلين عليها هلاّس وأرجيره ؛ كذلك . تشق الوديان لاستوائية المدعوة الوديان البحرية (فالّس مارينيريس) سطح المريخ عمقا ممتدة الى ما يقرب من ثلث قطره .

عندما غيّر فايكنغ اوربيتر ١ مداره . بحيث اصبح السيار يدور بكامله تحته . تسنّى للمركبة اكتشاف شيء هام جديد . فقد بانت القلنسوة الجليدية في القطب الشمالي مكوّنة في الدرجة الاولى من الجليد وليس من الثلج الكربوني (ك أ$_2$) . كما كان اكثر العلماء يعتقدون .

هناك ما يدل على نشاط بركاني وتأكل مائي في مساحات واسعة من السيّار . ففي الماضي الجيولوجي للمريخ . عندما كان الجو اكثف بكثير مما هو عليه اليوم . لا بد ان تكون امطار غزيرة قد غمرت مناطق الاحواض وشقت قنوات عبر الصخور والصحارى . وقد تكون بعض قنوات التصريف قد نجمت عن الحرارة الباطنية .

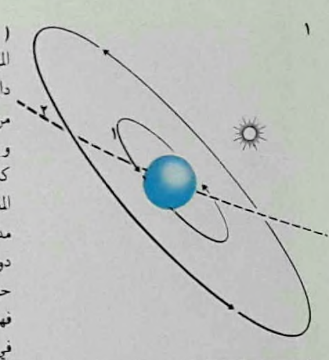
أقمار المرّيخ

في عام ١٨٧٧ ، استعمل آصاف هول (١٨٢٩ - ١٩٠٧) مرقب واشنطن الكاسر (قطره ٦٦ سم) ، واكتشف تابعين للمريخ سميا فيما بعد فوبوس وديموس · كلاهما غاية في الصغر ، وليس بالامكان مقارنتهما بالقمر في أي حال من الأحوال ؛ وان لم يتم اكتشافهما قبل عام ١٨٧٧ رغم التنقيبات الدورية ، فذلك لفرط ضعف نورهما ·

فوبوس وديموس قبل مارينر

في المرقب يبدو فوبوس وديموس صغيرين ، ويظهران بمظهر النقط المضيئة كالنجوم ، لكنهما أثارا اهتماما بالغا في مرحلة ما قبل العصر الفضائي نظرا لمدارهما

١



(١) - يدور كل من تابعي المريخ في مدار يكاد يكون دائريا · فوبوس (١) قريب من المريخ بشكل يلفت النظر ويقترب منه الى مسافة ٥٨٠٠ كلم · وهو التابع الطبيعي المعروف الوحيد الذي تنقص مدة دورانه المحوري عن مدة دوران السيار الذي يطوف حوله · أما ديموس (٢) ، فهو أبعد بكثير ويُتم دورته في مدة ٣٠ ساعة و ١٤ دقيقة ·

٢ أ



ب



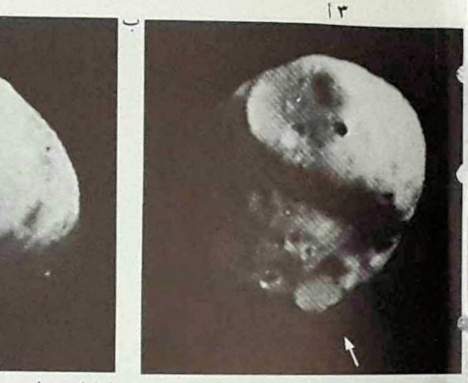
ت

(٢) - هذه الصور التي التقطها مارينر ٩ لفوبوس هي أوضح صور اتخذت له · يشير السهم الى موقع القطب الجنوبي · أكبر فوهة هي ستيكني التي يبلغ قطرها ٦,٥ كلم · تظهر الفجوة الظاهرة الى أعلى اليمين في الرسمين (أ) و (ب) بشكل فوهة على الرسم الثالث (ت) · ليس فوبوس كرويا حتى ولا بوجه التقريب . بل شكله غير منتظم ·

(٣) - التقط مارينر ٩ عام ١٩٧١ صور فوبوس هذه (أ – ت) · يشير السهم الى الموقع التقريبي لقطب التابع الجنوبي في كل من هذه الصور · يُرى بوضوح على السطح انتفاخ باتجاه الجنوب ، وهو الانتفاخ « المتزامن » المتجه باستمرار نحو المرّيخ . لأن مدة دوران فوبوس هي تماما المدة التي يستغرقها التابع ليتم دورة كاملة حول السيار ، وهي ٧ ساعات و ٣٩ دقيقة ·

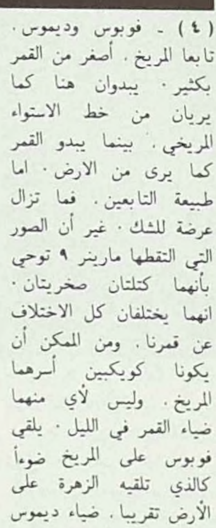
الخارج عن المألوف (١) . يدور فوبوس حول المريخ على بعد معدّله ٩٣٥٠ كلم فقط عن مركز السيار، مما يجعل المسافة بينه وبين سطح المريخ لا تتعدّى المسافة بين لندن وعدن . مدة دورانه حول المريخ لا تزيد عن ٧ ساعات و ٣٩ دقيقة ؛ ولما كانت مدة دوران المريخ على ذاته ٢٤ ساعة و ٣٧ دقيقة ، يكون « الشهر » الفوبي أقصر من اليوم المرّيخي . يطلع فوبوس بالنسبة الى المريخ في الغرب ويغيب في الشرق . ويظل فوق الأفق في كل مرة لمدة ٤,٥ ساعات فقط ، يقطع خلالها أكثر من نصف دورته الفلكية ، وتستغرق المدة بين طلوعين متعاقبين أكثر بقليل من ١١ ساعة . لا يتعدى قطره الظاهر ١٢,٣ درجة ، أي أقل من نصف قطر القمر كما يرى من الأرض . كمية الضوء التي يرسلها الى سطح المريخ تساوي الكمية تقريبا التي تتلقاها الأرض من الزهرة . من المريخ

٣ أ ب ت



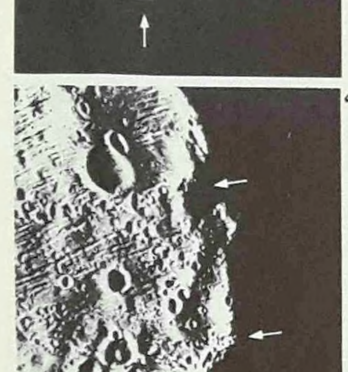


٤



(٤) - فوبوس وديموس ، تابعا المريخ ، أصغر من القمر بكثير . يبدوان هنا كما يريان من خط الاستواء المريخي ، بينما يبدو القمر كما يرى من الارض . اما طبيعة التابعين ، فما تزال عرضة للشك . غير أن الصور التي التقطها مارينر ٩ توحي بأنهما كتلتان صخريتان . انهما يختلفان كل الاختلاف عن قمرنا ، ومن الممكن أن يكونا كويكبين أسرهما المريخ . وليس لأي منهما ضياء القمر في الليل . يلقي فوبوس على المريخ ضوءاً كالذي تلقيه الزهرة على الأرض تقريبا . ضياء ديموس دون هذا القدر . أما سطح التابعين فمظلم للغاية .

٥



(٥) - قد يساعد هذا المنظر لفوبوس على حل مسألة أصل تابعي المريخ الصغيرين . مفاتيح الحل هي فوهة في وسطها قمة وسلاسل من الفوهات (مشار اليها بسهام) متوازية مع خط الاستواء وأخاديد تغطي أكثر من نصف السطح . احدى الفرضيات تقول بأن الاخاديد ناجمة عن مرور فوبوس في وسط سرب من الاجسام الصغيرة . يبلغ قطر أصغر شكل منظور ٤٠ مترا .

يُرى فوبوس مارا أمام الشمس ١٣٠٠ مرة كل سنة ·

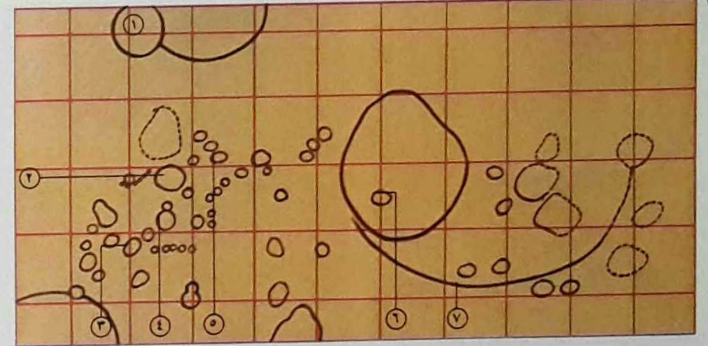
حتى عندما يكون فوبوس فوق أفق المريخ ، يبقى مخسوفا بظل السيار لمدد طويلة . وهو لا يظهر أبدا فوق ٦٩ درجة من خطوط العرض المرّيخية · مدار فوبوس دائري تقريبا . ويميل هذا المدار عن مستوي المريخ الاستوائي درجة واحدة تقريبا ·

ديموس أصغر من فوبوس وأبعد منه عن المريخ (٢٣ ٥٠٠ كلم) · مدة دورانه ٣٠ ساعة و ١٤ دقيقة . ويظل فوق الافق المريخي لمدة ٦٤ ساعة على التوالي · لكن النور الذي يرسله الى المريخ أقل من النور الذي ترسله الشعرى اليمانية الى الارض · بالنسبة الى مراقب على المريخ . تكاد أوجهه لا ترى · أما أقصى قطر له . فلا يتعدى ١٢ كلم ·

أكتشافات مارينر ٩

جاءت أولى المعلومات الجديرة بالثقة عن

٦

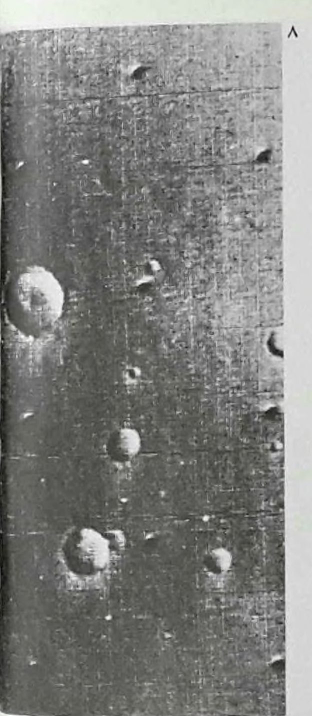


(٦) - جمعت هذه الخريطة لفوبوس استنادا الى صور التقطها مارينر ٩ · سجلت حتى الآن خمسون فوهة أعطي ست منها أسماء رسمية ، روش (١) تود (٢) دارْست (٣) شاربلس (٤) وندل (٥) وستيكني (٦) · وقد سميت القمة (٧) قمة كبلر · ليس من ريب في أن سطح فوبوس بكامله مليء بالفوهات والصدوع . مما قد يكون ناجما عن صدمات نيازك ضخمة . لكن هذا ليس أكيدا ·

٧

(٧) - كان فايكنغ أوربيتر على مسافة ٣٢٠٠ كلم من ديموس . عندما التقط له هذه الصورة · يقع المرّيخ الى اليسار · نصف الجهة المقابلة للكاميرا مضاء . وتبلغ مساحته ١٢ × ٨ كلم تقريبا · بينما لا تبيّن الصور التي التقطها مارينر ٩ من مسافة أبعد سوى الفوهات الرئيسية . تظهر منها هنا دزينة على الأقل ويبلغ قطر أكبرها ١٫٣ كلم . بالقرب من الرأس يظهر شكل خطّي ·

٨



(٨) - ترى هنا على سطح المريخ منطقة ايثيوبيس (١٤° عرضا الى الشمال و ٢٣٥° طولا الى الغرب) التي التقطها مارينر بتفاصيلها · البقعة الاهليلجية القاتمة هي ظل

هذين التابعين من مارينر ٩ . الذي أقترب من المريخ في أواخر عام ١٩٧٠ ودخل في مدار حوله · فيما كان مارينر يقترب من السيار، التقط صورا لفوبوس ولديموس بيّنت أن شكلهما غير منتظم · فقد ظهر فوبوس بشكل رأس بطاطا . قطره الاكبر ٢٨ كلم وقطره الاصغر ٢٠ كلم، وبدا سطحه مليئا بفوّهات قطر اكبرها (المسمّى اليوم ستيكني) ٦٠٥ كلم (٢) · سجل من هذه الفوهات حتى الآن أكثر من ٥٠ شكلا (٦) ، كما أعطي سبعة منها أسماء رسمية هي : روش ، وِندل ، تودَ ، شاربْلس ، دارْست ، ستيكني وقمة كبلر · تبلغ الفوارق بين المستويات على سطح فوبوس ٢٠٪ من شعاعه · دورانه المحوري متزامن ، بحيث أن هذا التابع يدير دائما الجهة ذاتها نحو المريخ ·

فوبوس . وقياسها ١٣٠ كلم × ٢٨٠ كلم لا بد للمراقب الموجود في منطقة الظل هذه أن يرى عبور فوبوس أمام الشمس · بما أن فوبوس أصغر من الشمس بكثير كما ترى من المريخ ، فهو لا يقدر على احداث كسوف كامل فيها ·

فوهات تكتنفها الأسرار

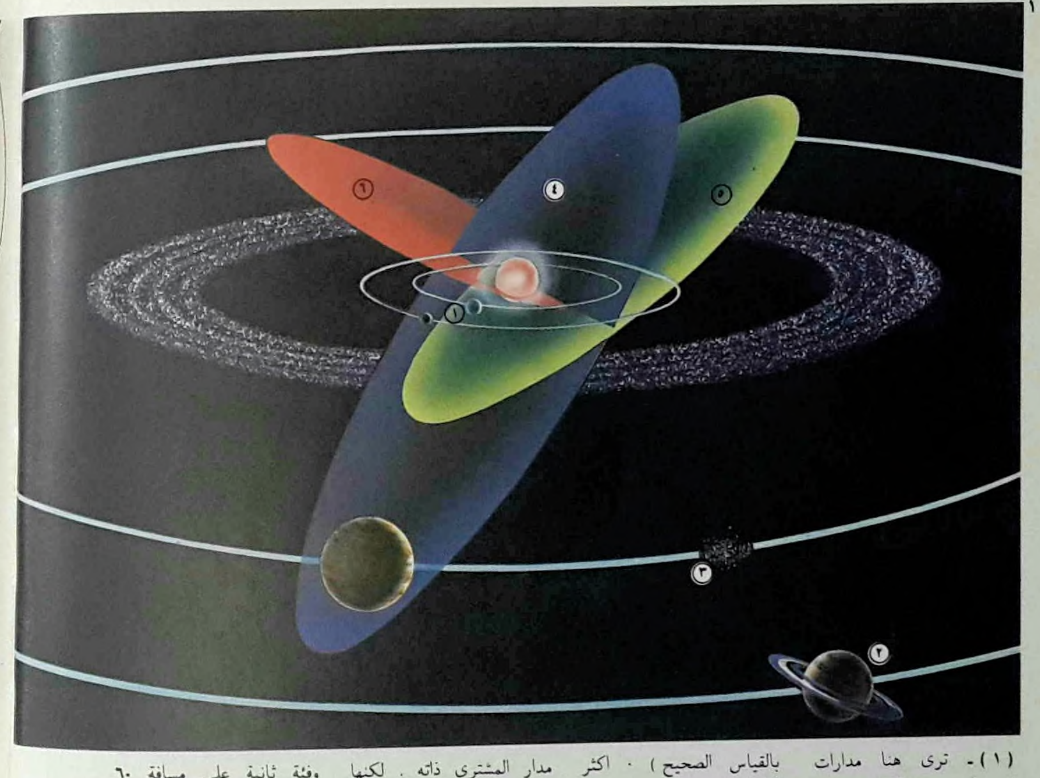
لم تحل بعد مسألة أصل فوّهات فوبوس · فمنهم من اقترح انها ناجمة عن صدمات نيزكية · لكن الفلكي الياباني س · مياموتو يفضل النظرية القائلة بأن الفوّهات كناية عن ثقوب فقاعية تكونت خلال فترة انخفاض حرارة التابع · اذا كانت الصدمات هي السبب ، فلا بد أن يكون فوبوس قد تعرّض لصدمات عنيفة ، اذ أن قطر فوهة ستيكني يبلغ تقريبا ربع قطر التابع ذاته ·

عندما اقترب فايكنغ اوربيتر ٢ من فوبوس في شهر سبتمبر من عام ١٩٧٦ وأصبح على مسافة ٨٨٠ كلم منه ، تمكن من التقاط صور لأشياء على سطحه لا يتعدّى حجمها ٤٠ مترا · دلّت الاشكال المصورة على أن لفوبوس بنية صخرية صلبة ، وان سرعة الافلات لديه ٢٠ كلم في الساعة ، بحيث لا يمكن معها وجود أي جوّ ·

يبدو ديموس من طراز فوبوس ، لكنه أصغر منه حجما · فيه أيضا فوهات سميت الفوهتان الرئيسيتان منها سويفت وفولتير نسبة الى كاتبين تكهّنا في القرن الثامن عشر بأن لا بد من أن يكون للمريخ تابعان ·

الكويكبات السيّارة

تقسم النظام الشمسي الى قسمين رئيسيين فجوة واسعة واقعة بين المريخ (ابعد الكواكب السيارة الداخلية) والمشتري (اول الكواكب السيارة العملاقة) . ثمة علاقة عددية اكتشفها تيتيوس دي فيتنبرغ (١٧٢٩ - ١٧٩٦) وعممها يوهان بود (١٧٤٧ - ١٨٢٦) عام ١٧٧٢ . فعرفت باسم قانون بود . حملت العلماء على افتراض وجود كوكب سيار مجهول في هذه الفجوة . لذلك قامت . في اواخر القرن الثامن عشر . جماعة من علماء الفلك برئاسة يوهان شروتر (١٧٤٦ - ١٨٢٦) والبارون فون زاخ (١٧٥٤ - ١٨٣٢) . عرفت باسم « شرطة السماء » . ووضعت نصب اعينها البحث عن



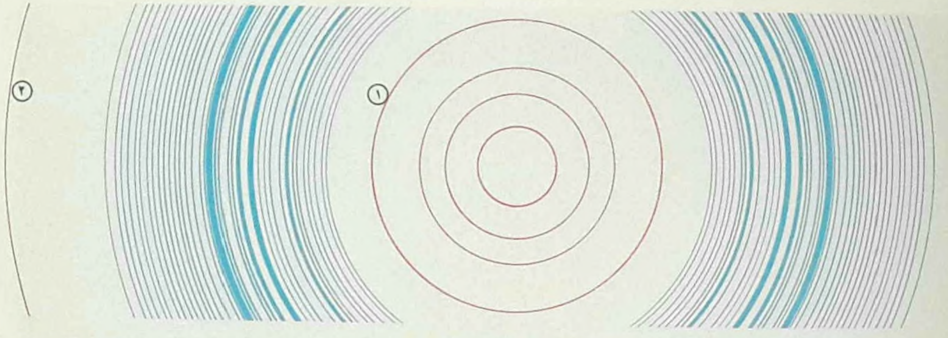
(١) - ترى هنا مدارات السيارات من الارض (١) حتى زحل (٢) مع مدارات بعض الكويكبات التي لها بعض الأهمية (ليست الصورة بالقياس الصحيح) . اكثر الكويكبات تدور في المنطقة الواقعة بين مداري المريخ والمشتري . اما الكويكبات الطروادية (٣) . فتدور في مدار المشتري ذاته . لكنها تظل بعيدة عنه بحيث يستبعد حصول اصطدام بينها وبينه . تتحرك فئة منها على مسافة ٦٠ درجة امام السيّار وفئة ثانية على مسافة ٦٠ درجة وراءه . هيدالغو (٤) له مسار شديد الانحناء . ومركز متغير الى درجة انه . عندما يكون في الأوج . يصبح

الكوكب السيار الجديد · لكن مسعاها جاء متأخراً ·

اكتشافات جديدة : الكواكب السيارة الصغرى

ففي اول يناير عام ١٨٠١ . اكتشف جيوسيبي بياتزي (١٧٤٦ - ١٨٢٦) من بالرمو (صقلية) جرماً نجمي الشكل يتحرك بشكل ملحوظ بين ليلة واخرى . ثم تبيّن انه كوكب سيار يدور في الفجوة الواقعة بين المريخ والمشتري . فأُطلق عليه اسم سيريس . تكريماً لإلهة كانت شفيعة صقلية ·

خلال السنوات القليلة التالية . اكتشفت « شرطة السماء » ثلاثة كواكب سيارة اخرى : بالآس وجونو وفستا · وأصبحت هذه . فضلاً عن سيريس . معروفة بالكواكب الصغرى او النجيمات او الكويكبات · كلها صغيرة **الحجم**. ولا يتجاوز قطر أي منها ما عدا



٣

بالقرب من مدار زحل · اما أمور (٥) وأبولو (٦). اللذان لا يتجاوز قطرهما ٨ و ٢ كلم . فهما من الكويكبات المدعوة « ملامسات الأرض » ·

(٢) - تقع مدارات أكثر السيارات الصغرى بين مداري المريخ (١) والمشتري (٢) · في داخل هذه المساحة مناطق تعرف باسم فجوات كيركوود ولا يوجد فيها الا القليل من الكويكبات · تقع هذه الفجوات على مسافات مدارية معيّنة من الشمس . أي في المواقع التي منعت جاذبية المشتري الكويكبات من التجمع فيها ·

(٣) - فستا . الذي اكتشف في أوائل القرن التاسع عشر . والذي يرى هنا بين سهمين . هو أكثر السيارات الصغرى ضياء . ولكنه ليس اضخمها · أنه يبدو تماماً كنجم . لكن حركته من ليلة الى أخرى تكشف عن حقيقة طبيعته . فقد انتقل خلال **٢٤** ساعة الى النقطة التي يشير اليها الصليب في اعلى اليمين على الصورة · الكويكبات صغيرة الى حد أن الصور الفوتوغرافية لا تبيّن تفاصيل سطوحها · أما مدد دوراتها . فتستنتج من تغيرات لمعانها ·

• سيريس • ٥٠٠ كلم .

عندما لم يبق لدى الشرطة أمل في العثور على نجيمات اخرى . توقفت عن العمل · الا ان كارل هنكه (١٧٩٣ - ١٨٦٦) اكتشف نجيماً خامساً عام ١٨٤٥ أسمه أستريا · ومنذ ١٨٥٠ لم ينصرم عام الا وجاءت معه اكتشافات جديدة . حتى بلغ عدد النجيمات المعروفة اليوم ٢٠٠٠ نجيماً . ومن المحتمل اكتشاف ما يربو على خمسين الفاً اخرى .

سيارات لا نظامية

لا تلازم جميع النجيمات حتماً منطقتها الاساسية (٢) · عام ١٨٩٨ اكتشف كارل ويت . من كوبنهاغن . الكوكب « ايروس » رقم ٤٣٣ . الذي يجتاز احياناً مدار المريخ ويقترب من وقت الى آخر من الارض الى مسافة تقل عن ٢٤ مليون كلم . كما حدث ذلك عامي ١٩٣١ و١٩٧٥ · في عام ١٩٣١ درس العلماء « ايروس » دراسة شاملة . لأن



(٤) - تبيّن هذه الصورة التي التقطها ماكس فولف (١٨٦٣ - ١٩٣٢) منطقة من النجوم مع خطين يمثّلان ماري كويكبين · خلال التعريض . كان المرقب يدور متتبعاً النجوم (للتعويض عن دوران الأرض) · ظلت النجوم في أوضاعها النسبية ذاتها . بينما كانت الكويكبات تغيّر مواقعها أمام الخلفية · كان فولف الرائد الأكبر لهذه الطريقة في اكتشاف الكويكبات · سابقاً . كانت الطريقة تقوم على مراقبة المنطقة الواحدة من السماء خلال عدة ليال متتالية . لالتقاط أي جرم نجمي الشكل ومتحرك فيها وادخاله في عداد الكويكبات . فجاءت طريقة فولف أسرع وأكثر فعالية وجعلت اكتشاف الكويكبات أكثر سهولة · لكن اقتفاء أثر هذه الاجرام وحساب مساراتها يستهلك الكثير من الوقت .

التوصل الى معرفة مداره بدقة قد يساعد على قياس طول « الوحدة الفلكية » او المسافة أرض - شمس . « ايروس » مستطيل الشكل . يبلغ قطره الأكبر ٢٧ كلم وقطره الأصغر اقل من ١٦ كلم . على الرغم من صغره . يظل اكبر الاجرام المسماة « ملامسات الارض » شبيهات هرمس الذي مر عام ١٩٣٧ على بعد ٧٨٠٠٠٠ كلم من الارض . وهو اقل من ضعفي المسافة بينها وبين القمر .

(٥) - تظهر هنا احجام النجيمات الاربعة الاولى التي اكتشفت . وهي سيريس (ت) وفستا (ث) وبالاس (ج) وجونو (ح) ومعها النجيم ايروس (ب) . مقارنة بحجم القمر (أ) . من العسير قياس الكويكبات لصغر حجمها . اعطت القياسات الاولى لسيريس ٦٨٥ كلم . لكن طرائق حديثة بيّنت انه اكبر من ذلك بكثير (بين ١٠٠٠ و١٢٠٠ كلم) .

(٦) - تمّ اكتشاف ايكاروس . البالغ قطره ١،٥ كلم تقريباً . على يد فالتر باده (١٨٩٣ - ١٩٦٠) عام ١٩٤٩ . مداره (١) منحن حتى ٢٣° على فلك الشمس . وهو الكويكب الوحيد المعروف الذي يقع حضيضه الشمسي داخل مدار عطارد (٢) .

هناك كويكب اخر هو « ايكاروس » يقترب من الشمس ويبتعد عنها بشكل استثنائي . فبعد ان يكون على مسافة ٢٨ مليون كلم منها - اي اقرب اليها من عطارد - يصبح . بعد انقضاء . ٢٠٠ يوم فقط . على مسافة ٢٩٥ مليون كلم - اي في ابعد نقطة في مدار المريخ .

هناك ايضاً هيدالغو . النجيم رقم ٩٤٤ . الذي له مسار متغير المركز يحمله تقريباً الى مقربة من مدار زحل . كما هناك ايضاً المجموعة « الطروادية » التي تسير في مدار المشتري .

عبر المرقب . تبدو الكويكبات كالنجوم تماماً . والطريقة الوحيدة للتعرف اليها هي متابعة حركتها ليلة بعد ليلة . تتم الاكتشافات الحديثة لهذه الاجرام بواسطة التصوير .

لا يُعرف حتى الآن مما تتركب الكويكبات . لكن الصور التي التقطها مارينر ٩ لتابعي المريخ القزمين (فوبوس وديموس) اللذين ربما كانا كويكبين أسيرين . توحي بأن سطح الكثير منها قد يكون مليئاً بالفوهات .

أصل الكويكبات

ما يزال أصل الكويكبات غير متفق عليه . تقول احدى النظريات انها شظايا سيار قديم (او سيّارات) كان يسير حول الشمس في ما وراء مدار المريخ وتعرض لكارثة في الماضي السحيق . لكنه من غير المحتمل ان تكون أشلاء لأي جرم كبير . لأن جاذبية المشتري الهائلة تحول دون تكوّن سيّار كبير الحجم في منطقة الكويكبات .

المشتري

يقع المشتري ، وهو اكبر السيّارات ، وراء الحزام الرئيسي للكويكبات ، تفوق كتلته كتلة السيّارات الأخرى مجتمعة ، حتى قيل : « ان النظام الشمسي مؤلف من الشمس والمشتري وحطام منوّعة » . يبلغ متوسط بعد المشتري عن الشمس ٧٧٨٣٠٠٠٠٠ كلم . وتستغرق مدة دورانه ١١،٨٦ سنة . ودورته الاقترانية (اي متوسط المدة الفاصلة بين مقابلتين متواليتين) ٣٩٩ يوما .

بإمكان كرة المشتري الهائلة ان تبتلع ١٣٠٠ جسم بحجم الأرض ، بينما لا تتعدّى كتلته ٣١٨ ضعفاً كتلة الأرض ، لأنه اقل كثافة منها بكثير (١) . المادة الأساسية المكوّنة لطبقاته الخارجية ، وربما لداخله

(١) ـ ليست كثافة المشتري سوى ١،٣ ضعف كثافة الماء ، بينما كثافة الأرض هي ٥،٥ . غير ان هذه هي الكثافة النسبية لكرة المشتري بكاملها . علما بأن الطبقات الخارجية رقيقة نسبيا بينما النواة اكثف من ذلك بكثير .

١

١ ٥،٥ ١،٣

(٢) ـ يشكل محور الأرض زاوية من ٢٣،٥ درجة مع الخط العامد لمستوي المدار (١) . اما المشتري فلا تبلغ زاوية محوره سوى ٣،١ فقط . في الواقع يدور كوكب المشتري « منتصبا » . وهو وحده ، بين السيارات الاخرى ، ذو ميل محوري من هذا النوع .



(٣) ـ يعود المشتري الى المقابلة كل ٣٩٩ يوما . بحيث يستطيع علماء الفلك مراقبته بوضوح لشهور عديدة كل سنة . يبيّن هذا الرسم البياني هذه المقابلات بين ١٩٦٠ و ١٩٧٥ . لما كان مدار المشتري كمدار الأرض ، متغيّر المركز ، فمسافة المقابلة تتراوح بين ٥٨٩ مليون كلم و ٦٦٩ مليون كلم . في عام ١٩٧٥ كان المشتري على اقرب مسافة من الأرض .

(٤) ـ لم يكن لقدامى الفلكيين الذين اطلقوا على المشتري اسم جوبيتر سيد الآلهة الرومانيين اية فكرة عن حجمه ولا عن عدد توابعه . لكن اختيارهم للاسم كان موفّقا . فالمشتري اكبر من السيارات الأخرى مجتمعة . بالرغم من ان قطره لا يتعدى عشر قطر الشمس . ولإثنين من توابع المشتري حجم يقرب من حجم عطارد ، اصغر السيّارات الرئيسية . ويفوق عدد توابعه (١٤ تابعا) عدد توابع اي سيّار آخر . يبيّن هذا الرسم الأحجام المقارنة للسيارات الأربعة الداخلية ولجزء من الشمس وجزء من المشتري . على الرغم من بعده عن الأرض . يظل المشتري جرما نيّرا في السماء .

٤

الشمس

المشتري

(٥) ـ تُرى على سطح المشتري مناطق نيّرة واحزمة قاتمة . فيما يلي التسميات التي يستعملها الفلكيون دائما

ايضا . هي الهيدروجين · يستدل من مدة دورانه المحوري القصيرة (اقل من ١٠ ساعات) ان خطه الاستوائي يميل الى التمدد . وأية مشاهدة عابرة من خلال مرقب تكفي لتبيّن ان هذا السيار مسطح عند القطبين · يبلغ قطر المشتري عند خط الاستواء ١٤٣٠٠٠ كلم . بينما هو عند القطبين اقل من ١٣٥٠٠٠ كلم ·

المشتري من خلال المرقب

تبدو على قرص المشتري . الذي يظهر اصفر اللون من خلال المرقب أشرطة قاتمة تعتبر احزمة من الغيوم · يوجد عادة حزامان بارزان . يحتل كل واحد منهما جهة من جهتي خط الاستواء . بينما قد يظهر احيانا غيرهما بوضوح ·

نظرا لسرعة الدوران المحوري للسيّار . تُرى الأشكال المختلفة تتغير على القرص حتى في خلال دقائق معدودة · الواقع انه تم استنتاج مدة الدوران المحوري عن طريق ملاحظات

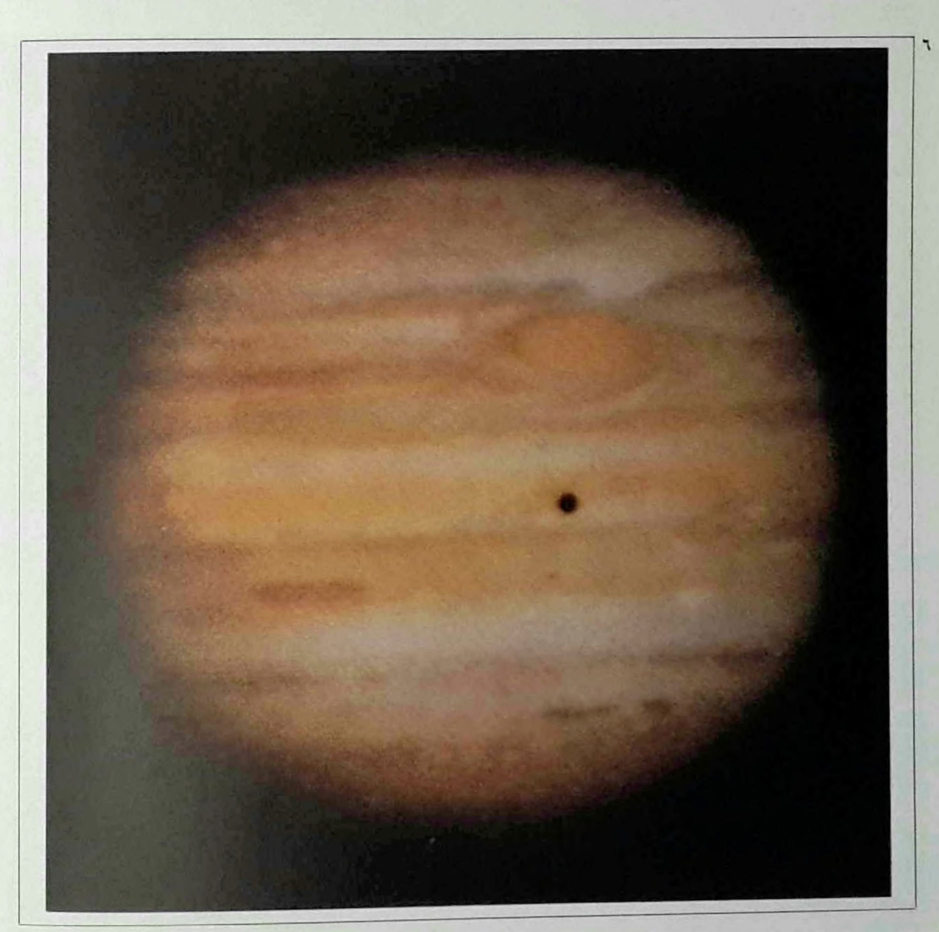
٥ (الجنوب الى فوق) ، (١) المنطقة القطبية الجنوبية ، (٢) الحزام المعتدل الجنوبي الجنوبي ، (٣) الحزام المعتدل الجنوبي ، (٤) و (٥) الحزام الاستوائي الجنوبي الذي كثيرا ما يُرى مقسوما الى قسمين متميّزين ، (٦) الشريط الاستوائي ، (٧) و (٨) الحزام الاستوائي الشمالي الذي غالبا ما يكون مقسوما ايضا الى قسمين ، (٩) الحزام المعتدل الشمالي ، (١٠) الحزام المعتدل الشمالي الشمالي ، (١١) الحزام المعتدل الشمالي الشمالي الشمالي ، (١٢) المنطقة القطبية الشمالية ، (١٣) المنطقة المعتدلة الجنوبية الجنوبية ، (١٤) المنطقة المعتدلة الجنوبية ، (١٥) المنطقة المدارية الجنوبية ، (١٦) المنطقة الاستوائية ، (١٧) المنطقة المدارية الشمالية ، (١٨) المنطقة المعتدلة الشمالية ، (١٩) المنطقة المعتدلة الشمالية الشمالية ، (٢٠) البقعة الحمراء الكبيرة والتجويف الذي يرافقها · تشكل النظام ١ المنطقة الواقعة بين الطرف الجنوبي للحزام الاستوائي الشمالي والطرف الشمالي للحزام الاستوائي الجنوبي · للقسم الباقي من السيّار (النظام ٢) مدة دوران محوري اطول بمعدل ٥ دقائق · تتعرض حدّة ألوان الأحزمة لتغيرات كبيرة ·

من هذا النوع . فعندما يبلغ احد هذه الأشكال خط الطول المركزي كما يرى من الأرض ، يقال انه في حالة عبور . والتوقيت المتتالي لظواهر العبور هذه تمكن من تحديد مدة الدوران المحوريّ . لا يدور المشتري كما يدور جسم صلب . فلبعض مناطق خطوط العرض مدد دوران مختلفة . فمعدّل المدة في النظام ١ (بين الحزامين الاستوائيين) اقصر بخمس دقائق من معدّل مدة باقي السيّار .

المشتري والبقعة الحمراء الكبيرة

غالبا ما تشاهد بقع على سطح المشتري ، لكن اكثرها عابر . تشذّ البقعة الحمراء الكبيرة عن هذه القاعدة ، اذ أنها ما لبثت تُلاحظ منذ اكثر من ٣٠٠ سنة . انها تغيب احيانا لفترة قصيرة ، لكنها تعود ابدا الى الظهور . اصبحت هذه البقعة بارزة عام ١٨٧٨ عندما اتخذت شكلا اهليلجيّاً احمر قرميديّاً طوله ٤٨٠٠٠ كلم وعرضه ١١٠٠٠ كلم ، فكان

٦



اكبر من مساحة سطح الأرض . عادت الى البروز ثانية منذ منتصف عام ١٩٦٠ .

لسنوات عدة . ظُنَّ ان البقعة الحمراء نوع من « جزيرة » طافية على غازات المشتري الخارجية . فتختفي احيانا عندما تغرق في هذا المحيط . ومنهم من عزاها الى « عمود تايلر » . اي الى قمة عمود من الغاز الراكد الناجم عن توقف التيار الجوي على اثر حادث طوبوغرافي على سطح المشتري .

(٦) ـ من احسن صور المشتري الملونة الملتقطة من الأرض ما امّنه ج . ب . كويبر بواسطة مرقب عاكس قطره ١٥٥ سم في مرصد كتلاين في تكساس (الجنوب الى فوق) . في ذلك الوقت كانت البقعة الحمراء الكبيرة بارزة والى جنوبها كانت بقعة بيضاء واضحة كل الوضوح . ترى بنية الأحزمة معقدة فعلا . مع انها تبدو في مرقب صغير مستقيمة ومنتظمة . ويرى ايضا ظل « غنيميد » .

(٧) ـ التقطت هذه الصور للمشتري من مرصد لوول في فلاغستاف بأريزونا في ٤ يونيو عام ١٩٧٢ (أ و ب) وفي ٢٥ يوليو عام ١٩٧٣ (ت) . تمّ الحصول عليها بجمع صور سجّلت اصلا عبر المرقب على فلم ابيض واسود من خلال مرشّحات ملوّنة . في ذلك الحين كان للنظام ١ بكامله . بين الشريطين الاستوائيين . لون برتقالي غير مألوف . الا ان هذه الظاهرة تضاءلت في منتصف عام ١٩٧٣ عندما التقطت آخر صورة .

ممّا يتكوّن المشتري ؟

جرت محاولات نظرية للبحث عن تركيب المشتري الداخلي . فهناك نظرية . ظلت قائمة عدة سنوات . مفادها ان السيّار مؤلف من نواة صخرية تحيط بها طبقة سميكة من الجليد يعلوها الجوّ . لكن هذه النظرية اصبحت اليوم مرفوضة . فقد بيّن التحليل الطبقي ان الغازات الخارجية غنية بالهيدروجين (مع مركّباته كالأمونياك والميثان) . كما يعتقد ان الهيدروجين . الذي قد يكون في حالة سيولة . هو العنصر الأساسي الذي يتركب منه المشتري . وهذا ما يفسّر معدّل كثافته المنخفض . لكن . بالقرب من النواة . حيث الضغوط ودرجات الحرارة مرتفعة . قد يتخذ الهيدروجين بعض خصائص المعادن .

قد تبلغ الحرارة في وسط المشتري آلاف الدرجات . وهذا ما يفوق بكثير درجة حرارة وسط الأرض . مع ذلك . لا ريب في ان المشتري يعتبر سيّارا حقيقيا لا نجما صغيرا . حرارته الداخلية منخفضة نسبيا . بحيث انها لا تمكّن من حدوث تفاعلات نووية . علاوة على ذلك يبدو ان المشتري يبثّ الى الخارج طاقة تفوق الطاقة التي كان ليبثّها لو كانت طاقته متوقفة كليا على الشمس .

للمشتري سطح غازي او ربما سائل . مما لا يسمح بالهبوط عليه . يعتقد بعضهم ان الحياة يمكن ان تكون موجودة تحت الغيوم الخارجية . حيث توجد جميع العناصر الأساسية الضرورية للحياة . كما انه من الممكن ان تكون الحرارة محتملة . لكن هذه الفكرة موضوع جدل شديد . وسيبقى اثباتها غاية في الصعوبة في المستقبل القريب .

منظر شامل للمشتري

تستغرق رحلة سفينة فضائية بضعة أيام للوصول الى القمر وبضعة أشهر للوصول الى المريخ أو الى الزهرة ٠ لكن رحلة الى المشتري قد تستغرق سنتين تقريباً ، لبعد هذا الكوكب ، الواقع على مسافة **٦٢٩** مليون كلم من الأرض ٠ فضلاً عن ذلك ، تزداد صعوبات توجيه السفينة كثيراً مع المسافة ، كما تزداد تعقداً مشكلة تلقي المعلومات التي ترسلها أجهزة البث من السفينة ، اذ أن كمية الطاقة التي تبلغ الأرض من مسبار فضائي على بعد المشتري ضئيلة جداً ، بسبب هذا البعد الشاسع ٠

السفينة الأولى الى المشتري

أطلق بايونير ١٠ ، وهو أول سفينة الى



١

(١) - أخذت هذه الصور للمشتري في ١ ديسمبر عام ١٩٧٣ ، عندما كان المسبار بايونير ١٠ يقترب منه ٠ كانت السفينة عندئذ على مسافة ٢٥٠٠٠٠٠ كلم تقريباً من الكوكب ٠ تُرى البقعة الحمراء الكبيرة بوضوح مع اشارات صورية عن بنيتها ، وهي واقعة في منطقة فاتحة ٠ تُلاحظ أيضاً الأحزمة وهي غير منتظمة الجوانب ٠ القرص الأسود هو ظل « يو » ، وهو التابع الداخلي من توابع المشتري الكبيرة ، ويدور خارج دائرة الكوكب المغنطيسية ، وهو أكبر من قمرنا ٠

(٢) - صوّر بايونير ١٠ هذا الجزء من سطح المشتري في شهر ديسمبر عام ١٩٧٣ عن بعد ١٨٠٤٠٠٠ كلم ٠ تظهر فيه احدى « الخصل الريشية » المشهورة ٠ يُظنّ أن جسيمات غيمية تتكون من الأسفل بالقرب من نواة الخصلة ثم تنتشر في النواة ٠ يبلغ ذيل الخصلة أكثر من ٦٤٠٠٠ كلم ٠

المشتري ، في شهر مارس ١٩٧٢ ، ولم يصل الى هدفه الا في شهر ديسمبر ١٩٧٣ . كانت مهمته الأساسية دراسة أحوال المنطقة المحيطة بالسيار وارسال صور عنها . ذلك ان ب . ف . بورك و و . فرنكلن الأميركيين كانا قد ألتقطا صدفة عام ١٩٥٥ بعض الابتعاثات الاشعاعية الصادرة عن المشتري ، والتي تدل على وجود مجال مغنطيسي قوي في هذا الكوكب ، فرجّح بالتالي وجود مناطق هناك تكون ذات اشعاع قوي ، من نوع أحزمة فان آلن المحيطة بالأرض . لذلك كان العلماء عامة حذرين من احتمال تأثير اشعاعات المشتري على الأدوات الموجودة في السفينة الفضائية ، خصوصاً وأن خطة بايونير ١٠ كانت تقضي بأن يمر فوق خط استواء الكوكب العملاق ، حيث شدة الاشعاع تفوق ما هي عليه في قطبيه .

في الواقع ، قام بايونير بمهمته بشكل

٣



والخصلة ذاتها أعلى من الغيوم المجاورة .

---

(٣) - مر المساران بالقرب من المشتري ، وبينهما سنة (بايونير ١٠ في ديسمبر ١٩٧٣ وبايونير ١١ في ديسمبر ١٩٧٤) . كان من المهم طبعاً ملاحظة أي تغيير أساسي طرأ على بنية سطح الكوكب خلال هذه المدة . كان بايونير ١١ قد التقط هذه الصورة في ٦ ديسمبر عام ١٩٧٤ ، ومن المفيد مقارنة الخصلة الشعرية الاستوائية مع المشهد الذي يُرى في الرسم ٢ . الخصلة البيضاء ما تزال واضحة ، وهي في الواقع طويلة العمر ، اذ ترقى تسجيلاتها من الأرض الى سنة من سنوات المشتري ، ويبدو ان شكلها لم يتغير الا قليلاً .

ممتاز · فمرّ على مسافة ١٣٢٠٠٠ كلم من المشتري . وأرسل معلومات عن المجال المغنطيسي أثبتت أنه قوي . وان كانت بنيته تختلف عن بنية المجال الأرضي . كما أرسل معلومات عن مناطق الاشعاع ·

بعد سنة . عقبه بايونير ١١ . وكان قد أطلق في شهر مارس ١٩٧٣ . وبلغ المشتري في شهر ديسمبر ١٩٧٤ · كان الاقتراب هذه المرة من جهة قطب الكوكب. ثم تقدمت السفينة بسرعة نسبية عبر المناطق الاستوائية في محاولة ناجحة لتحاشي خطر مناطق الاشعاع · أرسلت معلومات جديدة جاءت تثبت نتائج بايونير ١٠ ·

انجازات المسبارين

جاء المسباران بالجواب عن بعض الأسئلة حول المشتري · لكن كثيراً من الألغاز ما تزال قائمة · فهناك أولاً مسألة البقعة الحمراء



(٤) ـ التقط بايونير ١١ هذه الصورة في ٦ ديسمبر عام ١٩٧٤ عن بعد ١١٠٠٠٠٠ كلم · تبرز البقعة الحمراء الكبيرة بوضوح . ويتبين من تفحصها الدقيق ان لها بنية داخلية واضحة المعالم . حتى انها شبهت « بعين سيكلوبية » · لا يبدو اليوم أن ثمة مجالاً للشك بأنها نوع من عاصفة دوّامية · أما اذا كانت ستتضاءل تدريجاً أم لا . فهذا أمر لا يزال قيد البحث · لكن مما لا ريب فيه ان مظهرها ما يزال كما كان عليه في القرن السابع عشر . عندما شوهدت للمرة الأولى · لاحظْ وجه المشتري الواضح كل الوضوح ·



(٥) ـ تبيّن هذه الصورة التي التقطها بايونير ١١ في ١٢ ديسمبر عام ١٩٧٤ ـ عندما كان على مسافة ١٢٠٧٠٠٠ كلم من المشتري ـ القطب الشمالي عند خط العرض ٥٠ْ تقريباً · يقع القطب ذاته تقريباً على الخط الفاصل المار عبر قمة السيار · هذه الصورة من أهم الصور التي تمّ الحصول عليها . لأنها تبيّن الفرق الواضح في البنية بين المناطق القطبية والمنطقة الاستوائية · نحو القطب خط مائل الى الزرقة يلاحظه المراقبون من الأرض ·

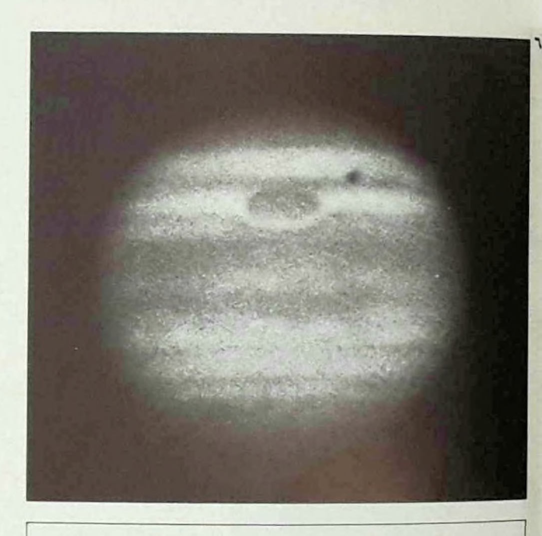
الكبيرة التي هي، بسبب حجمها ولونها وبسبب استمرار وجودها، فريدة من نوعها على المشتري. فقد تبيّن الآن ان نظرية «الجزيرة العائمة» خاطئة. اذ ليست البقعة جسماً نصف جامد طافياً على جو المشتري الخارجي، بل يجب تصنيفها كإحدى ظواهر هذا الكوكب الجوية. فضلاً عن ذلك، أظهرت بعض صورها، التي ارسلها المسباران الرائدان (١، ٤) أن لها بنية داخلية واضحة المعالم.

تقع المناطق الفاتحة على سطح السيار على ارتفاع يفوق ارتفاع الأحزمة القاتمة، كما هي أبرد منها بعدة درجات. وهذا ما كان متوقعاً. لكنه أكتُشف أيضاً أن حرارة القطبين لا تختلف عن حرارة خط الاستواء. فلو كانت حرارة المشتري متوقفة على تلك التي يتلقاها من الشمس، لكان القطبان أبرد المناطق. من الواضح إذن أنه لا بد أن يكون هناك مصدر حرارة داخلي. وإذا كانت هذه الحرارة الداخلية أشد فعلاً عند خطوط العرض المرتفعة، فلا بد أن يكون لذلك أثر واضح على بنية الطبقات الغازية، من شأنه ان يحدث تشويشاً وتيارات حمل حراري. وهذا ما يحصل فعلاً، كما تبيّن من الصور التي التقطها المسباران (٥).

اكتشافات لاحقة

لم تكن التحقيقات الدقيقة حول بنية تلك الطبقات الغازية ممكنة سابقاً، لأنه لم يكن بالامكان أن تشاهد من الأرض تفاصيل بدقة تلك التي تكشف عنها الصور المأخوذة عن مسافة قريبة نسبياً. فاستقرار الأحزمة والمناطق يبدأ بالتلاشي عند الدرجة ٤٥ عرضاً، ويأخذ عدم الاستقرار بالتزايد، كلما اقتربنا من القطبين، كما تدل على ذلك العواصف العديدة في الأحزمة الغيمية (٥).

من بين الأشكال الطريفة الأخرى الأشكال المسماة «الخصل الريشية» التي لها مظهر المذنّبات (٢). سجل بايونير ١٠ خصلة منها ظلّت موجودة عند مرور بايونير ١١ بعد ذلك بسنة. وكانت موجودة منذ عام ١٩٦٤.



(٦) ـ المقارنة بين هذه الصورة للمشتري الملتقطة من الأرض عام ١٩٦٤ وبين الصور المرسلة من بايونير تبرز مدى التفاصيل التي يمكن الحصول عليها بواسطة المسابير الفضائية.

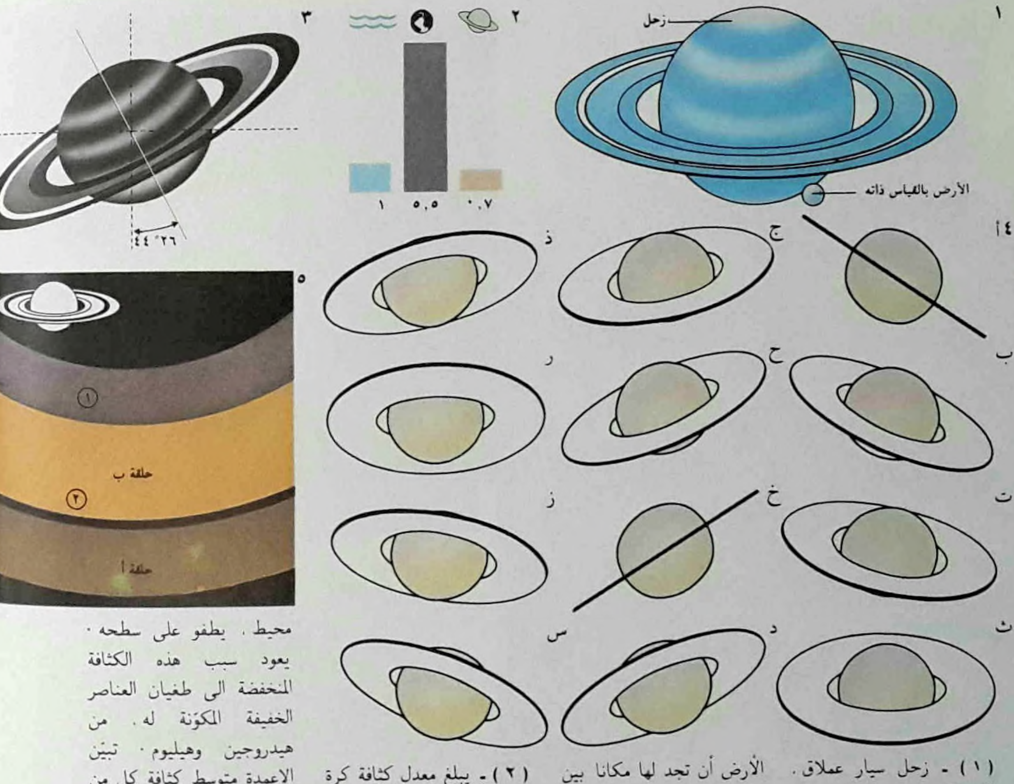
زُحـــل

زحل أبعد السيارات المعروفة منذ القدم . ويرى بالعين المجردة . قبل عهد المرقب ، لم يكن بالامكان رؤية حلقاته الفريدة من نوعها . وهي مشهد من أجمل المشاهد في القبّة الزرقاء .

متوسط المسافة بين زحل والشمس ١٤٢٧ مليون كلم ، وتستغرق مدة دورانه الفلكية ٢٩،٤٦ سنة . ويدخل في المقابلة مرة كل ٣٧٨ يوما تقريبا ، مما يتيح الفرصة لمراقبته في ظروف مؤاتية طيلة عدة أشهر في كل سنة .

مميزاته الفيزيائية

زحل ثاني السيارات حجما (١) . يبلغ

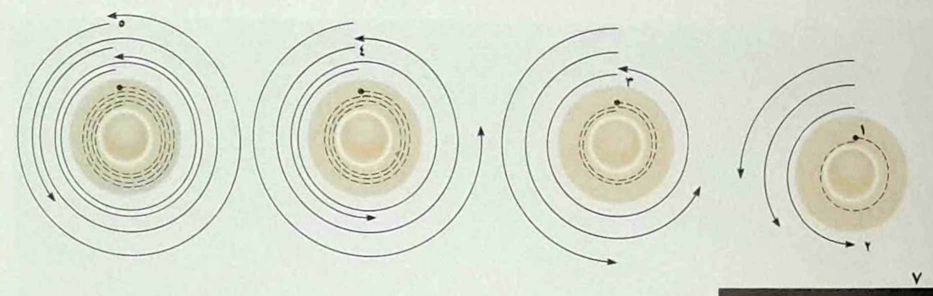


(١) - زحل سيار عملاق . لكنه لا يبلغ ضخامة المشتري . حجمه يفوق بـ ٧٤٤ ضعفاً حجم الأرض . في مقياس هذا الرسم البياني . تستطيع الأرض أن تجد لها مكانا بين حلقة « الكريب » وسطح السيّار .

(٢) - يبلغ معدل كثافة كرة زحل ٠،٧ من كثافة الماء . وهذا هو دون كثافة أي من السيارات الرئيسية الأخرى . لذلك قيل أن زحل . اذا القي في محيط ، يطفو على سطحه . يعود سبب هذه الكثافة المنخفضة الى طغيان العناصر الخفيفة المكوّنة له . من هيدروجين وهيليوم . تبيّن الاعمدة متوسط كثافة كل من الأرض وزحل بالمقارنة مع كثافة الماء .

قطره الاستوائي ١٢٠٠٠٠ كلم . لكن قطره القطبي دون ذلك بكثير ، لأن هذا السيار مسطح بشكل بارز . ويعود ذلك جزئيا الى كثافته المنخفضة (٢) (أقل من كثافة الماء ، مما يجعله فريدا بين السيارات الرئيسية) ، وجزئيا الى سرعة دورانه المحوريّ . تستغرق مدة هذا الدوران ١٠ ساعات و ١٤ دقيقة عند خط الاستواء ، وما يزيد عن ذلك بحوالى ٢٦ دقيقة عند القطبين .

زحل عملاق غازي يشكل الهيدروجين عنصره الرئيسي . اكتشفت في جوه كميّة من الميثان تفوق الكمية الموجودة في جو المشتري . وكميّة من الامونياك أنقص منها . لأن الحرارة المنخفضة قد جمّدت الكثير من الامونياك بعيدا عن جو السيار . مع أن كتلة زحل تفوق بـ ٩٥ ضعفا كتلة الأرض ، يعتقد العلماء أن جاذبيته السطحية لا تفوق جاذبية الأرض الا قليلا .



٧

(٣) - يبلغ انحناء محور زحل بالنسبة الى مستوى مداره ٢٦ و ٤٤′ ، أي أكثر بقليل من انحناء محور الأرض . وتقع الحلقات تماما في مستوى خط استواء السيار .

(٤) - تختلف مظاهر حلقات زحل اختلافا كبيرا عند رؤيتها من الأرض . فهي تقع في فترات منتظمة في مستوي الشمس والأرض (أ) ، فتبدو عندئذ منفحتة حتى تبلغ أقصى انفتاحها (ت) ، ثم تنغلق من جديد . وعندما يتجه قطب زحل الجنوبي باتجاه الشمس ، تظهر الجهة الجنوبية من الحلقات . لكن ، في ذلك الوقت ، يكون قسم من النصف الشمالي لكرة الكوكب محجوبا (أ - خ) . في ما بعد ، تظهر الجهة الشمالية من الحلقات (د - س) . في هذه الرسوم البيانية يقع الجنوب الى فوق .

(٥) - لزحل ثلاث حلقات رئيسية . يبلغ عرض الحلقة الخارجية (أ) ١٦٠٠٠ كلم . الحلقة (ب) أكثر ضياء . ويبلغ عرضها ٢٧٠٠٠ كلم . بين (ب) والسيار حلقة الكريب (١) التي تصعب رؤيتها . يفصل بين الحلقتين (أ) و (ب) فاصل كسيني (٢) .

(٦) - اكتشف كسيني عام ١٦٧٥ الفاصل الوحيد البارز في حلقات زحل والذي سببه فعل التجاذبية لتوابع زحل الثلاثة الداخلية . مدة دوران جسيم في منطقة فاصل كسيني (١) تبلغ نصف مدة دوران ميماس (٢) . فينتج عن ذلك انه . عندما يكون هذا الجسيم قد أكمل دورتين ، لا يكون ميماس قد أكمل الا دورة واحدة (٣) ؛ وعندما يكون الجسيم قد أكمل ثلاث دورات ، يكون انسلادوس قد أتم دورة واحدة (٤) ؛ وعندما يكون الجسيم قد أتم اربع دورات ، تكون تيثيس قد أتمت دورة واحدة (٥) .

(٧) - على الرغم من أن زحل يبدو ساطعا ، فمن المستحيل بالعين المجرّدة تمييز أي شيء من نظام حلقاته المعقد الذي يشكل جزءا لا يتجزأ منه . الوسيلة الوحيدة لمعرفة زحل من بين النجوم هي مراقبة حركته البطيئة من ليلة الى أخرى . في هذه الصورة يرى زحل في مجاله بين النجوم .

يتكون زحل في الدرجة الأولى من الهيدروجين . من المرجح أن تكون ، حول نواته . درجة الحرارة مرتفعة والضغط قويا والهيدروجين في حالة معدنية . حتى الآن لم تتوافر الأدلة على وجود مجال مغنطيسي فيه .

النظام الحلقي المشرق حول زحل

ميزة زحل الكبرى هي نظامه الحلقي (٥) . تحيط بالسيار حلقتان ساطعتان (أ) و (ب) تفصل بينهما منطقة قاتمة دعيت « فاصل كسيني » تكريما لجيوفاني كسيني (١٧٨٩ - ١٨٥٩) الذي اكتشفها . على مسافة أقرب من السيار ، حلقة باهتة نصف شفافة اكتشفها عام ١٨٥٠ ، كل على حدة ، وليم بونو (١٧٨٩ - ١٨٥٩) من هارفرد ، و ر . د ايفيس من انجلترا . وتعرف عادة باسم حلقة « الكريب » او الحلقة القاتمة او

٨



٩



(٨) - التقط جيرارد كويبر (١٩٠٥ - ١٩٧٤) ، في مرصد مكدونلد بتكساس ، صورة لزحل تعتبر من أجمل الصور التي أخذت لهذا السيار . تمّ التصوير بواسطة مرقب عاكس قطره ١٥٥ سم . كانت الحلقات في طورها المنفتح . الحلقة (ب) (في الداخل) تظهر أكثر ضياء بكثير من الحلقة (أ) . ويرى في داخل الحلقة (أ) ذاتها فاصل انكه . كان كويبر يعتقد ان فاصل انكه هو كناية عن اعوجاج في الحلقة لا ثغرة حقيقية . يظهر ظل الحلقات على القرص بوضوح . المنطقة عند خط استواء السيار مضيئة . أما المناطق القطبية فقاتمة .

الحلقة **ت** • ثم اكتشف الفلكيون الفرنسيون عام **١٩٠٩** حلقة أخرى قائمة خارج الحلقة **(أ)** عُرفت باسم الحلقة **(ث)** • غير ان بعض علماء الفلك يشكّون في وجود مثل هذه الحلقات التي لم يُبَرهَن على وجودها بعد • كذلك لم يبتّ بعد في قضية الفواصل الاضافية بين الحلقات ، واشهرها فاصل انكه •

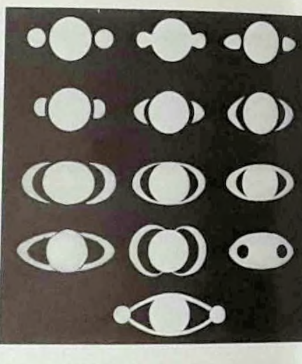
اطلق ادوار روش **(١٨٢٠ ـ ١٨٨٣)** اسمه على المسافة بين مركز السيار وتابعه بعد ان اثبت بالحسابات انها مجال يتحطم فيه التابع بمجرد ولوجه فيه • تقع حلقات زحل ضمن حدود مسافة روش هذه . فلا يمكن اذن أن تكون من مادة صلبة ولا سائلا متماسكاً • تتكون هذه الحلقات بالأحرى من جسيمات صغيرة هي من جليد أو مغطاة بالجليد . يدور كل جسيم منها حول زحل كتابع قزم في مدار مستقل •

يُرى نظام الحلقات بسهولة من خلال مرقب صغير • تقع الحلقات في مستوي خط استواء اليسار ، وهذا ما يمكن من رؤيتها مرارا من زاوية ملائمة **(٤)** • عندما تكون حافتها باتجاه الأرض . كما حدث ذلك عام **١٩٦٦** وكما سيحدث عام **١٩٨٠** ، تظهر بشكل خط رفيع من الضوء ، فلا يمكن رؤيتها اذ ذاك الا بواسطة مراقب قوية •

معلومات من المسابير الفضائية

نظرا لبعد زحل عن الأرض ، تستغرق حتما مسيرة مسبار فضائي عدة سنوات للوصول اليه • كان بايونير **١١** أول مسبار وجّه الى زحل ، وقد مر في شهر ديسمبر من عام **١٩٧٤** بالقرب من المشتري . فأرسل الى الارض صورا ممتازة ومعلومات متنوعة عنه ، ثم تابع سيره للقاء زحل خلال العام **١٩٧٩** • من المقرر أن يخترق نظام الحلقات • لكن هل ستبقى الأدوات الموجودة في المسبار صالحة للعمل بعد ذاك ؟ كل ما نعلمه بالتأكيد الآن هو أن هناك في الفضاء البعيد مسباراً من طراز مارينر متجها الى زحل وانه لن يمضي وقت طويل قبل حصولنا منه على معلومات مفصلة عن السيار ذي الحلقات العجيبة •

١٠



(١٠) ـ كان زحل يشكّل لغزا لمستعملي المرقب الأوائل . يُظنّ أن أول رسم للسيار كان من عمل غليليو (١٥٦٤ ـ ١٦٤٢) الذي لم يكن لديه مرقب بقوة كافية لرؤية نظام الحلقات على حقيقته ، فاعتقد ان زحل مؤلف من ثلاثة سيارات . لكنه ، بعد سنين من المراقبة ، فوجىء باختفاء الحلقات ، لأنها خلال هذه المدة كانت قد أدارت حافتها نحو الارض .

١١

(١١) ـ وضع هذا الرسم ، في شهر أغسطس عام ١٩٣٣ ، ول هاي ، وهو فلكي بريطاني من الهواة المعروفين ، كان مرصده الخاص بالقرب من لندن . ترى فيه البقعة البيضاء التي ظهرت فجأة في المنطقة الاستوائية وظلت بارزة خلال عدة أسابيع ، ثم أخذت تستطيل تدريجا وأخذ الجزء من القرص الذي يتبعها يصبح قاتما ، حتى أخفت حافتها الجبهية كتلة من المادة المقذوفة من تحت السطح المرئي . شوهدت أيضا بقع أخرى من النوع ذاته .

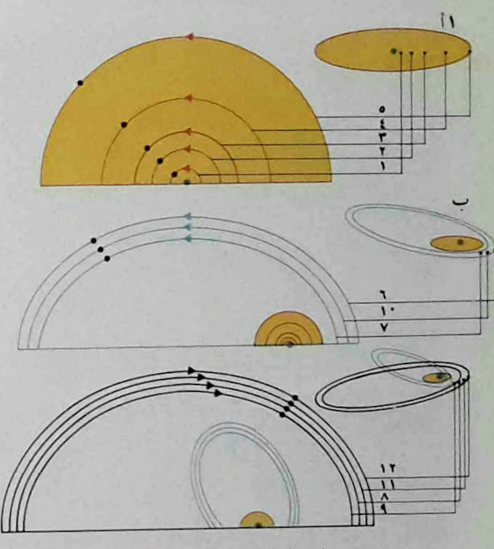
(٩) ـ يظهر في هذه الصورة النصف الجنوبي لكرة زحل ، بينما تغطي الحلقات قسما من النصف الشمالي . يظهر بوضوح الفرق بين لمعان الحلقة (أ) والحلقة (ب) لأن الثانية أكثر ضياء بكثير من الأولى .

أقمار المشتري وزحل

لكل من السيارين العملاقين أسرة كبيرة من التوابع. فللمشتري ١٣ مرافقاً معروفاً ولزحل ١٠. ويبدو أنها تنتمي الى فئتين متميزتين: فئة التوابع التي هي أكبر من قمر الأرض وهي أربعة: يو، غانيميد، كلّيستو من توابع المشتري، وتيتان من توابع زحل (١). وفئة التوابع التي هي أصغر من القمر.

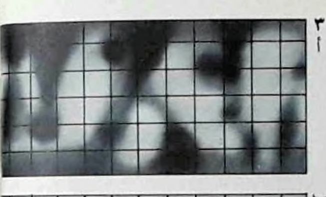
توابع المشتري

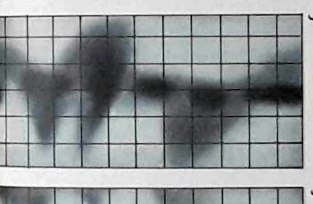
اكتشف غاليليو (١٥٦٤ - ١٦٤٢)، في شتاء ١٦٠٩ - ١٦١٠ وبواسطة أحد مراقبه الأولى، توابع المشتري الأربعة النيّرة، وهي يو واوروبا وغانيميد وكلّيستو. يكون بالامكان رؤيتها



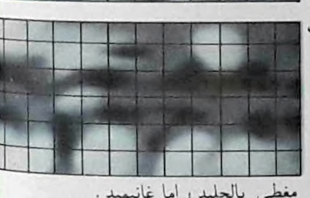
(١) - تنتمي توابع المشتري الى ثلاث فئات متميزة، تضم الفئة الاولى (أ) أولاً أملثيا (١) التي تتميز بأن قطرها لا يتعدى ٢٠٠ كلم، جاعلاً منها كويكباً من حيث الحجم. ثم التوابع الأربعة التي اكتشفها غاليليو في عامي ١٦٠٩ - ١٦١٠، وهي يو (٢) واوروبا (٣) وغانيميد (٤) وكلّيستو (٥). ويتراوح متوسط ابعادها عن المشتري بين ٤٢٢٠٠٠ كلم (يو) و ١٨٨٠٠٠٠ كلم (كليّستو)، تتألف الفئة الثانية (ب) من ثلاثة توابع، هي السادس والعاشر والسابع (٦، ١٠، ٧) يضاف اليها الثالث عشر الذي اكتشف حديثاً، في الفئة الثالثة (ت) ٤ توابع حركتها تراجعية وتحمل أرقام ١٢ و١١ و٨ و٩.

(٢) - تبدو هنا توابع غاليليو الأربعة، اوروبا (أ) ويو (ب) وغانيميد (ت) وكليّستو (ث)، مقارنة مع حجم القمر، اوروبا اصغر من القمر، لكن يو اكبر منه بقليل. ويربو قطره على ٣٦٠٠ كلم، اما غانيميد وكليّستو، فيقرب حجمهما من حجم عطارد، اذ يبلغ قطر غانيميد ٥٠٠٠ كلم في حين ان قطر عطارد يبلغ ٤٨٨٠ كلم.









(٣) - يمكن تمييز التفاصيل على سطح توابع غاليليو بواسطة مراقب قوية جداً. لون يو (أ) برتقالي فاتح عند خط الاستواء وقاتم عند القطبين، وهذا ما أكده مسبارا بايونير، لأوروبا (ب) سطح يفوق التوابع الأخرى الثلاثة سطوعاً، وهي، بعكس يو، تبدو منطقتها الاستوائية قاتمة وقطباها فاتحين. ومن الممكن ان يكون سطحها مغطى بالجليد، اما غانيميد، (ت) فهي أسهل توابع غاليليو للدراسة، وقد صوّرتها مسابير بايونير. فظهرت على سطحها مناطق ساطعة وبعض المناطق القاتمة التي يمكن تشبيهها ببحار القمر، لكليّستو

جميعاً بالعين المجردة ، لو لم يكن يحجبها لمعان السيار ذاته ·

من الممكن مشاهدة التوابع « الغاليلية » بأي مرقب · وهي ترى في خط واحد ، لأن مداراتها تقع كلها في مستوي المشتري الاستوائي · كذلك من السهل مراقبة حركاتها وما يحدث لها ، فقد يمر تابع عابراً أمام قرص المشتري (٤) . وقد يمر وراءه فيختفي ، أو قد يخسفه ظل المشتري (٨) · ترى أيضاً الظلال العابرة على القرص · لجميع التوابع الغاليلية أقراص تُرى بوضوح ، وبامكان المرقب الكبير أن يكشف تفاصيلها ، وقد صورت مسابير بايونير عام ١٩٧٣ وعام ١٩٧٤ التابعين يو وغانيميد ·

غانيميد أكبر توابع المشتري وأكثرها لمعاناً · يبلغ قطره ٥٠٠٠ كلم تقريباً حسب القياسات الحديثة ، وعلى هذا يكون أكبر حجماً من عطارد · يضاهيه كلّيستو حجماً ،

(ث) قدرة عاكسة منخفضة نسبياً ، وليست تفاصيله واضحة · وضع دولفوس هذه الرسوم ، معتمداً على مراقباته من مرصد بيك دي ميدي ومستخدماً مرقباً عاكساً قطره ٦٠ سم ·



٤

(٤) ـ عندما يمر تابع امام قرص المشتري ، يبدو كأنه بقعة ساطعة · التابعان الداخليان الكبيران يو واوروبا يشاهدان بوضوح اكثر مما يشاهد غانيميد وكلّيستو عند العبور امام القرص ، وذلك لأن قدرتهما العاكسة أكبر ، وتشاهد ظلالهما العابرة بوضوح تام · في هذه الصورة ، التي التقطت بمرقب عاكس في مرصد كتلينا بتكساس قطره ١٥٥ سم ، يُرى ظل غانيميد كبقعة سوداء جليّة ·



٥ أ

ب

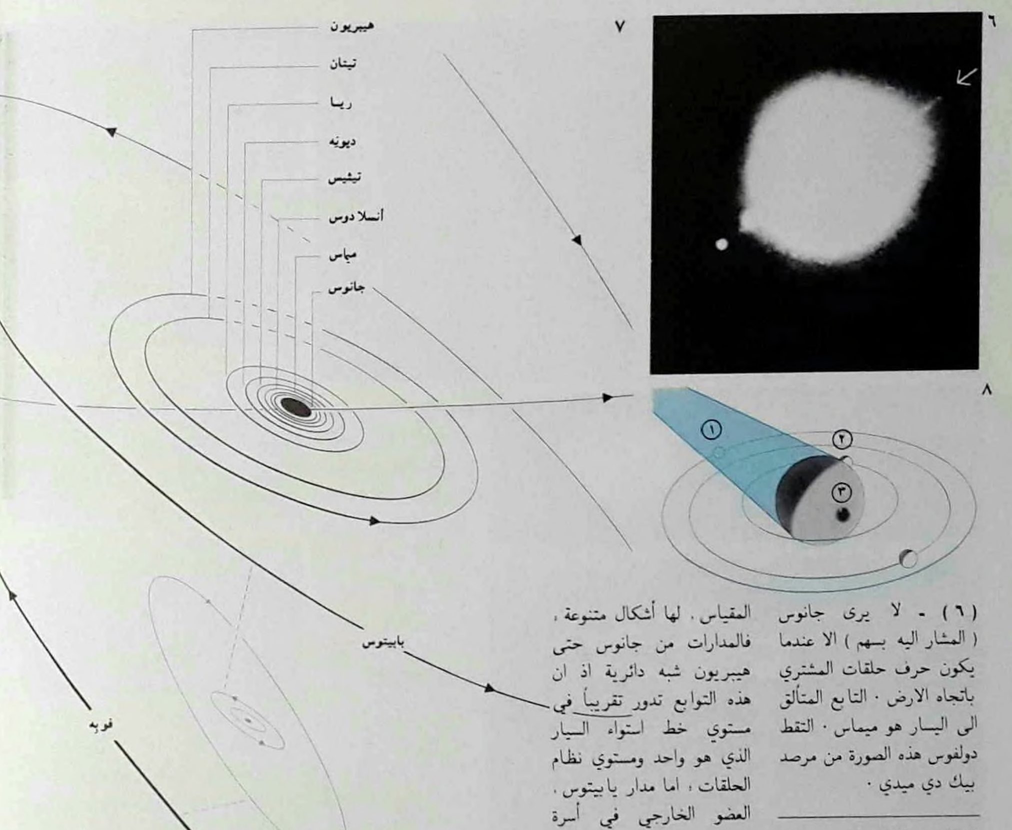
(٥) ـ أقرب توابع زحل اليه (أ) هي من اليمين الى اليسار ، ديونه تيثيس ، ميماس أنسلادوس ، ريا ، تيتان · بولغ في تعريض زحل قصداً ، ولولا ذلك لما ظهرت التوابع القريبة الضعيفة الضوء · هذه التوابع ذاتها التقطت لها صور في ٢٤ مارس عام ١٩٤٨ (ب) ، اذ كانت الحلقات في اقصى انفتاحها ·النقطتان الضعيفتا اللمعان فوق تيتان هما نجمان خلفيان ·

لكنه أقل منه تماسكاً . لذلك فهو دونه كثافة . أما يو وأوربا . فهما أقرب الى القمر حجماً وكثافة . اكتشف بايونير ١٠ أن يو له جو رقيق وطبقة مؤيّنة تؤثر على البث الاشعاعي من المشتري . اذ أن يو يدور عبر الطبقة الخارجية من جو المشتري المغنطيسي .

التوابع الباقية أصغر بكثير . فالتابع الخامس . الذي اكتشفه عام ١٨٩٢ ادوار برنار (١٨٧٥ - ١٩٢٣) . وهو أقرب التوابع الى السيار ، يقع مداره داخل مدار يو . يبلغ متوسط بعده عن مركز المشتري ١٨١٠٠٠ كلم ويستغرق دورانه حوله ١١ ساعة و ٥٧ دقيقة . يقدر قطره بـ ٢٠٠ كلم . لذلك لا يرى بالمراقب الصغيرة . سمي أملثياً . غير أن هذا الاسم لا يبدو أنه اسمه الرسمي . جميع التوابع الأخرى هي من نوع الكويكبات .

تيتان : التابع الفريد

تختلف أسرة توابع زحل عن أسرة توابع



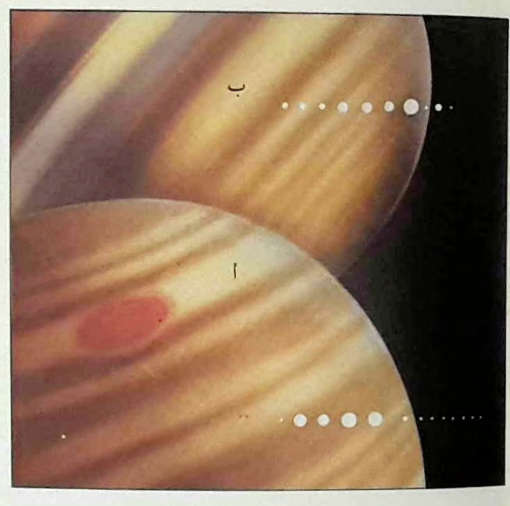
(٦) - لا يرى جانوس (المشار اليه بسهم) الا عندما يكون حرف حلقات المشتري باتجاه الارض . التابع المتألق الى اليسار هو ميماس . التقط دولفوس هذه الصورة من مرصد بيك دي ميدي .

(٧) - مدارات توابع زحل ، التي ترى هنا حسب المقياس . لها أشكال متنوعة ، فالمدارات من جانوس حتى هيبريون شبه دائرية اذ ان هذه التوابع تدور تقريباً في مستوي خط استواء السيار الذي هو واحد ومستوي نظام الحلقات ، اما مدار يابيتوس ، العضو الخارجي في أسرة التوابع الرئيسية . فهو اكثر انحناء ، ترى فوبه في أسفل

المشتري اختلافاً كبيراً. فمن بينها تابع واحد، تيتان، له حجم السيارات، وتابع واحد آخر، هو فوبه، ينتمي بلا شك الى فئة النجيمات. أما التوابع الأخرى، فهي من نوع متوسط.

عام ١٦٥٥، اكتشف الفلكي الهولندي كريستيان هويغنز (١٦٢٩ - ١٦٩٥) التابع تيتان، وهو جرم يرى بواسطة مرقب صغير. انه يدور حول زحل على بعد ١٢٢٠٠٠٠ كلم، في مدار دائري منحن بنصف درجة عن مستوى الحلقات. مدة دورانه حول السيار ١٥ يوماً و٢٢ ساعة و٤١ دقيقة. يقدر قطره بستة آلاف كلم، وهو أضخم بكثير من القمر، بل أضخم حتى من عطارد.

يتميز تيتان بأنه التابع الوحيد المعروف في النظام الشمسي الذي له جوّ لا يستهان به. قوامه الأساسي من الميثان. وضغطه على سطح التابع ١٠٠ مليبار تقريباً، أي عشرة أضعاف الضغط على سطح المريخ.



السيار مع هيبريون ويابيتوس، وحركتها تراجعية وقد تكون كويكباً وقع في الأسر. في عام ١٩٠٥، شاهد وليم بيكرنغ تابعاً بين تيتان وهيبريون، لكنه لم يُرَ منذ ذلك الحين. من الممكن ان يكون هذا الفلكي قد اعتبر، خطأ، أحد النجوم تابعاً.

(٨) - تسهل مراقبة توابع غاليليو بسبب مداراتها. قد يخسفها السيار (١). وقد تستتر وراءه (٢). أو قد يرى ظلها (٣) عبر السيار. قلّما يتأثر كليستو بهذه الظاهرات، وذلك لبعدها الشاسع عن السيار.

(٩) - للمشتري (أ) ١٣ تابعاً ولزحل (ب) ١٠. لأربعة من توابع المشتري ولواحد من توابع زحل أحجام كبيرة.

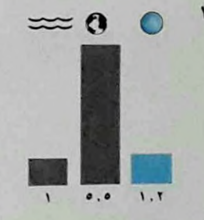
توابع زحل الأخرى

توابع زحل الأخرى أصغر بكثير من تيتان. للأربعة الداخلية منها (جانوس وميماس وأنسلادوس وتيثيس) كثافة منخفضة، وقد لا تكون هذه التوابع سوى كرات ضخمة من الجليد. أكبرها هي تيثيس، ويبلغ قطرها حوالي ١٠٠٠ كلم. أما التابع الداخلي الأقرب الى السيار، وهو جانوس، فقد اكتشفه أودوين دولفوس عام ١٩٦٦، وهو لا يُرى، الا عندما يكون حرف الحلقات باتجاه الأرض.

من التوابع البعيدة عن زحل ديونه وريا، وهما أكثر كثافة وأكبر كتلة من القمر وان كانتا أصغر منه حجماً. أبعد منهما يأتي بالترتيب: تيتان؛ هيبريون؛ يابيتوس الذي يكون أكثر ضياء عند مروره غربي السيار مما يكون عليه عند مروره شرقيه؛ أخيراً يأتي فوبه الذي يقع على مسافة ١٣ مليون كيلو متر من زحل، وهو تابع قزم. وتدل حركته التراجعية على أنه قد يكون كويكباً وقع في الأسر.

الكواكب السيّارة الخارجيّة

في الأزمنة القديمة ، اعتبر زحل أبعد السيارات المعروفة . كانت تعرف آنذاك من النظام الشمسي سبعة أجرام رئيسية (السيارات الخمسة المرئية بالعين المجردة والشمس والقمر) . ولما كان للرقم ٧ طابع مقدس عند الفلكيين ، لم يتوقّع هؤلاء العثور على سيارات أخرى ؛ لكن ، عندما كان وليم هرشل (١٧٧٨ - ١٨٢٢) يرسم ، عام ١٧٨١ ، خريطة نجوم كوكبة الجوزاء ، وقع على جرم بشكل قرص كان يغيّر مكانه بوضوح بين ليلة وأخرى ، فظن أنه مذنب ، حتى جاءت الحسابات التي أجراها لمداره فيما بعد لكسيل ولابلاس ، فتبيّن منها ان هذا الجرم كوكب يقع في نقطة أبعد من زحل .



(١) - تبلغ كثافة أورانوس ١،٢ كثافة الماء ، أي أكثر بقليل من كثافة المشتري ، وأكثر بكثير من كثافة زحل ، لكن أقل من كثافة الأرض (٥،٥) .

(٢) - تستغرق دورة أورانوس المحورية حوالي ١١ ساعة على خط الاستواء وأكثر من ذلك بقليل عند القطبين ، يبلغ انحناء محوره بالمقارنة مع الأرض ٩٨ درجة ، وهذا الأمر فريد في النظام الشمسي ، أفضى احتجاب الكوكب عام ١٩٧٧ الى تأكيد وجود نظامه الحلقي المتضمن من ٥ الى ٧ حلقات تقع في مستوى خط الاستواء ، هذا النظام شبيه الى حد ما بنظام زحل ، لكنه أضيق منه .

(٣) - مدارات توابع أورانوس الخمسة تبدو في هذا الرسم البياني ، كما تظهر لمراقب ينظر الى قطب السيار ، وهي : ميراندا (١) ، اريبل (٢) ، أومبريبل (٣) ، تيتانيا (٤) أوبيرون (٥) . عندما يدير السيار قطبه نحو الأرض ، تبدو المدارات دائرية ، لكن عندما يدير خطه الاستوائي (كما حدث عام ١٩٤٥) ، تبدو المدارات خطية تقريباً . ميراندا هي أصغر التوابع ، وآخر ما اكتشف منها .

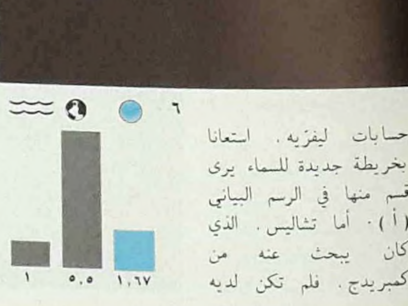
(٤) - عندما كان غاله ودارست يبحثان عن نبتون عام ١٨٤٦ استناداً الى

أورانوس وتأرجحه الغريب

أورانوس كوكب باهت لا يُرى بالعين المجردة . فليس عجيباً إذن أن يبقى مجهولاً حتى اكتشفه هرشل عرضاً · السيار عملاق يبلغ قطره ٥١٨٠٠ كلم . أي أقل من نصف قطر زحل · طبقاته الخارجية على الاقل غازية . وحرارة سطحه منخفضة جداً · بالمرقب . يبدو أورانوس قرصاً مائلاً الى الخضرة . تحززه أحزمة فاتحة وغامقة ·

يبلغ متوسط بعد أورانوس عن الشمس ٢,٨٦٩,٦٠٠,٠٠٠ كلم . وتدوم دورته الفلكية ٨٤ سنة ؛ أما دورانه المحوري فيتم في ١١ ساعة تقريباً (٢) · ميل محور أورانوس غاية في الغرابة . اذ يبلغ ٩٨° . أي ما يزيد عن زاوية قائمة . مما يجعل هذا السيار يدير قطبه وخط استوائه بالتناوب نحو الأرض ·

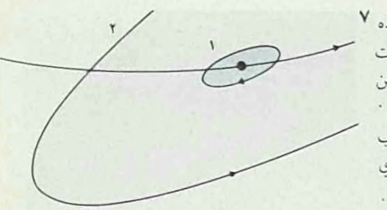
لأورانوس خمسة توابع (٣) . كل منها أصغر من قمرنا . وكلها تدور في مستوى خط



حسابات ليفرّيه . استعانا بخريطة جديدة للسماء يرى قسم منها في الرسم البياني (أ) · أما تشاليس . الذي كان يبحث عنه من كمبريدج . فلم تكن لديه مثل هذه الخريطة.فكانت مهمته شاقة من هذا القبيل · يدل الصليب على الموقع الذي قدرّه ليفرّيه . ويشير السهم الى موقع السيار الحقيقي (ب) ·

(٥) - صوّر ج · ب · كويبّر أورانوس وتوابعه الخمسة بواسطة مرقب عاكس قطره ٢٠٨ سم من مرصد مكدونالد بتكساس عام ١٩٤٨ . وكان ذلك هو العام الذي اكتشف فيه كويبر التابع ميراندا . أقرب التوابع الى السيار وأضعفها نوراً · يرى في الرسم أرييل (١) . أومبرييل (٢) . تيتانيا (٣) . أوبيرون (٤) وميراندا (٥) ·

(٦) - أورانوس ونبتون متشابهان من حيث الحجم . لكن نبتون أكثرهما تماسكاً ، كتلته ١٧ ضعفاً كتلة الأرض و ١٥ ضعفا كتلة أورانوس · كان يظن الى زمن ليس ببعيد أنه الأضخم (٤٨٤٠٠ كلم له بمقابل ٤٧١٠٠ كلم لأورانوس) · ثم تحول هذا الظن الى اليقين . بعد أن أدى حجب نبتون لأحد النجوم عام ١٩٦٨ الى تحديد أدق لقطره . فبلغ ٤٩٥٠٠ كلم · لكن في عام ١٩٧٠ . أعطى مرقب يحمله منطاد لجامعة برنستون بالولايات المتحدة تقديراً جديداً لقطر أورانوس . فأصبح ٥١٨٠٠ كلم ·



(٧) - مدار تريتون (١) ونرايد (٢) . تابعي نبتون . مختلفان كل الاختلاف · يكاد مدار تريتون أن يكون دائرياً . لكن حركته تراجعية . وهو التابع الضخم الوحيد في النظام الشمسي الذي يسلك هذا المسلك ، أمّا نرايد . فحركته مستقيمة . لكن مداره متغير المركز كمدار المذنبات ·

استواء السيار ، بحيث أن مداراتها تعتبر تراجعية من الناحية التقنية ·

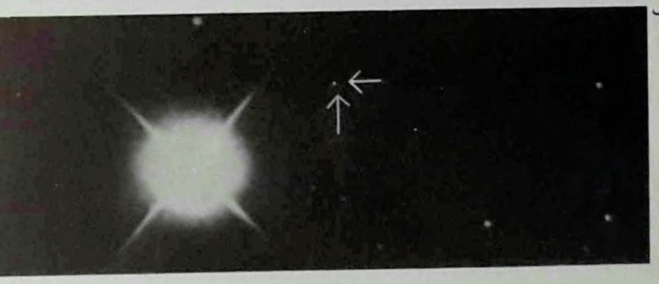
اكتشاف نبتون

مع أكتشاف أورانوس بدا كأن النظام الشمسي قد اكتمل · لكن مشكلة غريبة نشأت بعد سنوات بسبب أورانوس · فقد لوحظ أن أورانوس لم يكن يدور كما كان متوقعاً ، بل كان يحيد باستمرار عن المسار الذي حددته له الحسابات · فكان الحل المنطقي الوحيد لهذه المشكلة الافتراض أن سياراً أبعد منه ما يزال مجهولاً ، هو المؤثر في مساره · قرر جون كوتش آدمس (١٨١٩ - ١٨٩٢) ، الذي كان يعمل في كمبريدج عام ١٨٤٣ ، أن يعالج هذه القضية ، فخطر له أن دراسة الاضطرابات الطارئة على أورانوس قد تساعد على تحديد موقع السيار المجهول · في الواقع ، توصل ، بعد عدة أشهر من العمل الشاق ، الى تحديد هذا



(٨) - يظهر في هذه الصورة نبتون مصحوباً بتابعيه تريتون ونرايد · تريتون ، وهو بالقرب من أسفل اليمين ، مضيء نسبياً (وهو اكثراضاءة من أي من توابع أورانوس) ، وقد اكتشفه الفلكي الانجليزي وليم لاسل بعد اسابيع معدودة من اكتشاف السيار نبتون · أما نرايد ، فباهت جداً ولا يمكن تصويره الا بالمراقب العملاقة ·





(٩) - تبين هاتان الصورتان اكتشاف بلوتو عام ١٩٣٠ في مرصد لوول على يد كلايد تومبوف بالاستناد الى حسابات برسيفال لوول ، (أ) في ٢ مارس ، (ب) في ٥ منه · يلاحظ بوضوح انتقال السيار (كما تشير اليه الأسهم) · الصورة المبالغ في تعريضها هي صورة النجم دلتا الجوزاء من القدر الثالث · لبلوتو الآن القدر الرابع عشر ، وتمكن بالتالي رؤيته من خلال مرقب متوسط الحجم ·

(١٠) - احجام السيارات الخارجية مقارنة هنا مع المشتري وزحل · اورانوس

الموقع بدقة . في غضون ذلك ، قام الفلكي الفرنسي أوبان له فرييه (١٨١١ - ١٨٧٧) بحسابات مماثلة ، وأرسلها الى مرصد برلين . فعثر مراقبان هناك هما يوهان غاله (١٨١٢ - ١٩١٠) وهينريش دارّست (١٨٢٢ - ١٨٧٥) على السيار بالقرب من الموضع الذي أشار اليه له فرييه وأطلق عليه أسم نبتون . تم هذا الاكتشاف عام ١٨٤٦ (٤) .

يكاد نبتون أن يكون توأم أورانوس . فهو أصغر منه بقليل ، اذ يبلغ قطره ٤٩٥٠٠ كلم ، وأكثر منه تماسكاً . لكن ليس لمحوره تأرجح محور أورانوس الغريب . تستغرق دورته الفلكية ١٦٤،٨ سنة . ويبلغ متوسط المسافة بينه وبين الشمس ٤٤٩٧ مليون كلم . ليس بوسع أي مرقب أن يكشف تفاصيل واضحة على سطحه . وكل ما يمكن رؤيته هو قرص مائل الى الزرقة . له تابعان (٧) : تريتون ، وهو يفوق القمر حجماً وله مدار دائري . لكنه يدور حول نبتون باتجاه تراجعي ؛ ونيرايد ، وهو أصغر منه حجماً ومداره متغير المركز ، كمدار المذنّبات .

لغز بلوتو

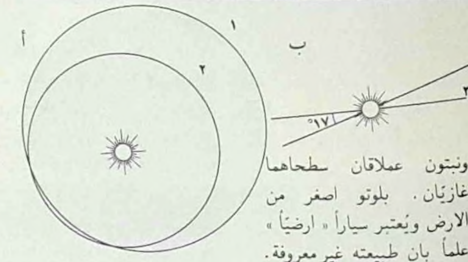
حتى بعد اكتشاف نبتون ، ظلت هناك بعض الاضطرابات في حركات السيارات العملاقة الخارجية . فقام برسيفال لوول (١٨٥٥ - ١٩١٦) بحسابات جديدة بقصد أكتشاف سيار جديد (٩) . عام ١٩٠٣ . عثر كلايد تومبوف في مرصد لوول بأريزونا على هذا السيار ، وحدد موقعه بدقة . لكن لوول كان قد توفي منذ ١٤ سنة .

أثار الكوكب الجديد ، الذي سُمّي بلوتو ، مشاكل عديدة لعلماء الفلك . يعتقد أن قطره يبلغ حوالي ٣٥٠٠ كلم . وهذا هو تقريباً حجم القمر ؛ له مدار متغير المركز ومائل . وهذا ما يجعله أحياناً أقرب الى الشمس من نبتون (١٠) ؛ كتلته ضعيفة بحيث يعجز عن احداث اضطرابات في حركات أورانوس أو نبتون . مع أن هذه الاضطرابات هي التي أدت الى اكتشافه ؛ تستغرق دروته حول الشمس ٢٤٧،٧ سنة ودورته المحورية ٦،٤ أيام أرضية .

١٠



١١



ونبتون عملاقان سطحاهما غازيّان . بلوتو اصغر من الارض ويُعتبر سياراً « ارضياً » علماً بان طبيعته غير معروفة .

(١١) - لبلوتو مدار شاذ (أ) مائل نسبياً ومفرط في تغير مركزه . يظهر هذا المدار هنا (١) مقارناً مع مدار نبتون (٢) . عند الحضيض الشمسي ، قد يدخل بلوتو ضمن مدار نبتون . لكن ميله البالغ ١٧ درجة (ب) يحول دون وقوع أي اصطدام معه . سيمر بلوتو في الحضيض عام ١٩٨٩ .

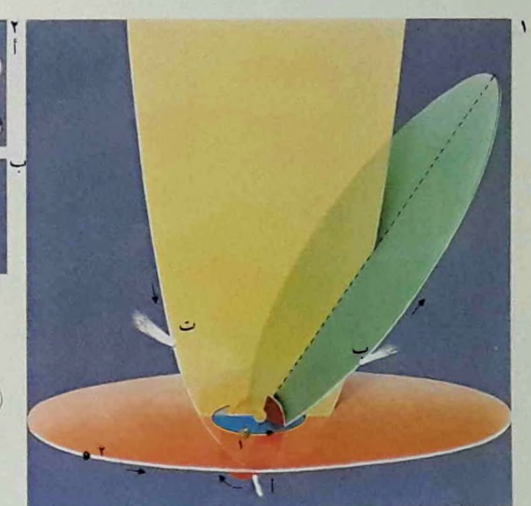
المُذَنَّبَات

انه لمنظر مهيب حقاً منظر المذنب الضخم ذي الرأس المتألق والذيل المضيء الممتد بعيداً عبر السماء. من السهل ان نفهم كيف ان المذنبات من هذا النوع قد نشرت الرعب في الأزمنة القديمة · كانت المذنبات تعتبر دائماً نذيرة شؤم ، ولم يزل الرعب الذي تثيره في القلوب حيّا عند بعض المجتمعات البدائية ·

تركيب المذنّبات

يتألف المذنّب الكبير من ثلاثة اقسام رئيسية : نواة (تحتوي على القسم الاكبر من الكتلة) ، وذؤابة أو رأس ، وذيل (٢) · لا تظهر الذؤابة والذيل الا عندما يقترب

١



٢ أ

ب

ت

(١) ـ هناك ثلاثة انواع رئيسية من المذنبات ، مذنبات قصيرة المدة (أ) (بضع سنوات) . غالباً ما تكون في الأوج على مسافة قريبة من مدار المشتري (١) ، وهي خافتة ؛ مذنبات طويلة المدة (ب) ، أوجها قريب من مدار نبتون أو ما وراءه (٢) (مذنب هالي هو الوحيد من هذه المجموعة الذي له بعض الاهمية) ؛ مذنبات ذات مدة طويلة جداً (ت) يتغير مركزها الى حد أن مساراتها تصبح شلجمية تقريباً ، ويستحيل قياس مدتها بدقة . لأن القياسات لا يمكن ان تتناول الا الاقواس القصيرة · جميع المذنبات الساطعة ، ما عدا مذنب هالي ، تنتمي الى هذه المجموعة ·

(٢) ـ تتألف بنية مذنب كبير (أ) من ثلاثة اجزاء ، نواة (١) تكون احياناً مجرد رصيص من ثلج ومواد معدنية ، وذؤابة (٢) مكوّنة من جسيمات صغيرة وغاز رقيق ، وذيل (٣) ينطلق من الذؤابة · المذنبان الظاهران في الرسم (ب) اولهما غازي (٤) وهو مستقيم عادة ، والثاني مكوّن من غبار (٥) ، وهو يتخلف عن المذنّب المتحرك فيبدو منحنياً · لمذنب من نوع هالي ذيل يتجه دائماً بالاتجاه المضاد للشمس تقريباً ، ايا كان موقعه المداري · يظهر الذيل عندما يقترب المذنب من حضيضه الشمسي ، ويختفي عندما يبتعد عن الشمس ·

٣

(٣) ـ يظهر هنا مذنب هالي لدى عودته عام ١٩١٠ الى حضيضه الشمسي · هذه السلسلة من الصور تبيّن بوضوح انتشار الذيل قبيل دخول المذنب في حضيضه ثم تقلصه التدريجي مع ابتعاده التدريجي عن الشمس ·

المذنب من الشمس .فيبخّر اشعاع الشمس النواة الجليدية . ثم يختفي الذيل عندما ينحسر المذنّب · غير ان المذنبات الصغيرة غالباً ما تكون خالية من الذيل ، فتبدو أشبه ما يكون بقطع من القطن ذات نور خافت في كبد السماء · ذيول المذنبات على نوعين رئيسيين : غازية وغبارية · يكون الذيل الغازي مستقيماً نسبياً ، اما الذيل الغباري فمقوّس ، اذ انه يتخلف الى الوراء عندما يتحرك المذنب الى الأمام ·

المذنبات اعضاء في النظام الشمسي · لكن مساراتها ، في اكثر الحالات ، تختلف عن مسارات السيارات بأنها اكثر منها انحرافاً عن المسار الدائري · أصبحت معروفة اليوم عشرات المذنبات التي مدارها قصير المدة · فمدة مذنّب إنكه مثلاً هي ٣,٣ سنوات فقط · فهو يشاهد بانتظام ، وقد روقبت عودته الى الحضيض الشمسي اكثر من ٥٠ مرة منذ

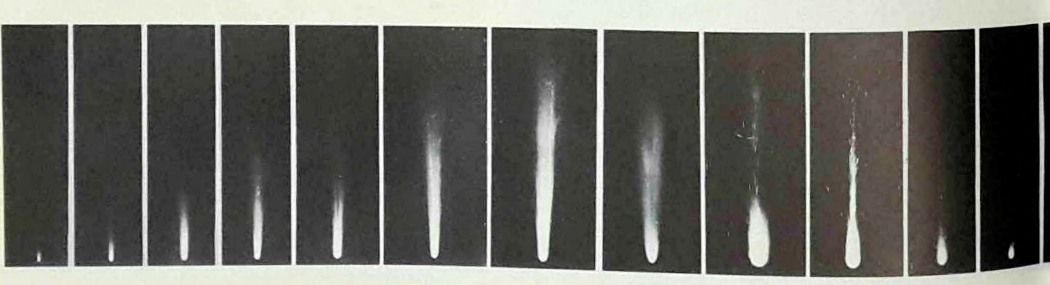




(٤) - قيل عن مذنب دوناتي لعام ١٨٥٨ أنه اجمل ما شوهد في السماء · كان يبدو حينئذ ساطعاً للعين المجردة وله ذيلان واحد من غاز والآخر من غبار · هذه الصورة مأخوذة من رَوْسم خشبي قديم ·

(٥) - كان لمذنب مورهاوس ، الذي ظهر عام ١٩٠٨ ، ذيل ذو بنية معقدة وسريعة التغير · لكنه لم يكن من السطوع بما يكفي لمشاهدة تفاصيل هذه التغيرات من الأرض ·

(٦) - كان مذنب آرند - رولاند عام ١٩٥٧ من اطرف المذنبات التي شوهدت في هذا العصر · ليست الرزّة الأمامية الظاهرة في الرسم ذيلاً اضافيا ، بل هي حطام نيزكي مضاء على طول مدار المذنّب



الصورة السابعة تظهر الذيل قبيل عبور الحضيض ·

اكتشافه لأول مرة في القرن الثامن عشر ·

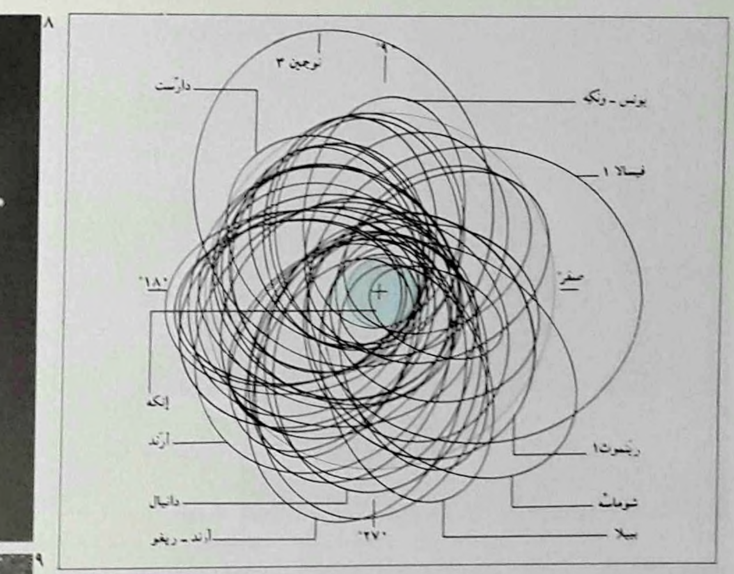
المذنبات القصيرة المدة والطويلة المدة

جميع المذنبات القصيرة المدى باهتة ، واكثرها تصعب رؤيته بالمرقب · للقليل منها (ولاسيما مذنب شفاسمان ـ فاخمان ١ ومذنّب غانّ الذي اكتُشف حديثا) مسارات دائرية (٧) ويمكن تتبّعها على طول مداراتها ·

تستغرق السيارات الاخرى عشرات السنين لتكمّل دورتها حول الشمس · أشهرها مذنّب هالي (٣) المضيء والذي يرى بالعين المجردة ويعود للظهور كل ٧٦ سنة او ما يقرب من ذلك ·

لمذنبات كبيرة أخرى مدد طويلة ، لدرجة اننا لا نستطيع قياسها بدقة · لذلك لا يمكن ترقّب ظهور المذنبات من هذا النوع . وكثيراً ما تأخذ علماء الفلك على حين غرة ·

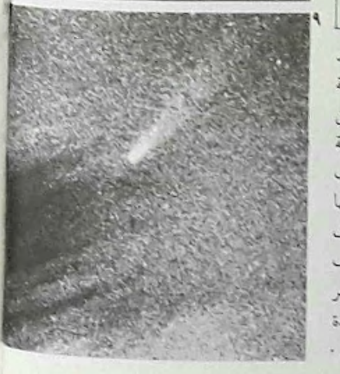
٧



٨



٩



(٧) ـ يقال عن بعض المذنبات القصيرة المدة ، التي يقع أوجها قرب مدار المشتري ، انها تنتمي الى أسرة المشتري · تبدو هنا مداراتها بالنسبة الى الارض (الكرة الزرقاء الداخلية) والى المشتري (الكرة الخارجية) · لمذنب إنكه اقصر مدة (٣،٣ سنوات) . ولمذنب شاوماسه مدة تتعدى ٨ سنوات · كان يعتقد ان المذنبات تأتي من فضاء ما بين النجوم وأنها وقعت في أسر الكواكب السيارة ، لكن هذه النظرية لم تدم طويلاً ·

(٨) ـ هذا المذنب الساطع هو مذنب بنّت كما صوّر في ١٢ مارس عام ١٩٧٠ · ذيله طويل جداً ، وتكوينه الغازي الدقيق ظاهر بوضوح · النواة غير مرئية بسبب التعريض الزائد للذؤابة بقصد اظهار بنية الذيل · الذؤابة مكونة من مواد من النواة بخرتها أشعة الشمس عندما دنا المذنب منها ، اذ ارتفعت حرارتها حينذاك الى عدة آلاف الدرجات · يكشف طيف ابتعاث المذنب ان عناصر كالحديد والكلسيوم موجودة فيه مع آثار لمعادن أخرى ·

هذه كانت حال المذنّب الكبير الذي ظهر عام ١٨٤٣ . كانت ذؤابته تفوق الشمس حجماً ، مع ان كتلتها لم تكن ذات شأن بالمعايير الفلكية . ظهرت مذنبات كبيرة أخرى في الاعوام ١٨١١ ، ١٨٨٢ و ١٩١٠ .

لربما كان المذنب النهاري الذي ظهر عام ١٩١٠ (وهو غير مذنب هالي) اكثر توهجاً من جميع المذنبات التي شوهدت في القرن العشرين . اما مذنب كوهوتيك الذي ظهر عام ١٩٧٣ . فكان متوقعاً ان يكون ساطعاً لكنه خيّب الآمال (٩) .

(٩) - لم يكن لمذنب كوهوتيك (١٩٧٣) الزهو المنتظر . لن يتيسر لنا رؤيته ثانية طالما أنه لن يعود إلى حضيضه الشمسي قبل ٧٥٠٠٠ سنة .

(١٠) - كان مذنب هيوماسون من أول المذنبات التي التقطت لها صور ملونة . في هذه الصورة المأخوذة بعدسة مرقب شميت البالغ قطرها ١٢١ سم من مرصد بالومار بالولايات المتحدة . تبدو صور النجوم المحيطة بالمذنب بشكل خطوط قصيرة .

المذنبات القصيرة الأجل

بعض المذنبات الكبيرة تقترب كثيراً من الشمس . وتسمّى مجازاً « ملامسات الشمس » . عندما يمر مذنب في الحضيض الشمسي ، يدور ذيله حول الشمس . وغالباً ما يتلاشى ويختفي ثم يتكون ذيل آخرمكانه . ينشأ ذيل المذنب عن تبخر في النواة . ولا بد أن تكون مادة المذنب تتبدد تدريجياً . اذ ان عمر المذنبات يبدو قصيراً اذا قيس بالمقاييس الكونية . فنحن نعرف مذنبات زالت تماماً من الوجود . فمذنب وستفال لعام ١٩١٣ ، الذي كانت مدته ٦٢ سنة ، تلاشى عند اقترابه من الحضيض الشمسي . ولم يشاهد في ما بعد . كذلك مذنب بييلا الدوري الذي تستغرق دورته الكاملة ٦,٧٥ سنوات . فقد انقسم الى شطرين في عام ١٨٤٦ . شوهد هذان التوأمان مرة ثالثة عام ١٨٥٢ . وكان ذلك آخر ظهور لهما كمذنّبين . لأنه ، في عام ١٨٧٢ ، عندما كانت عودتهما منتظرة ، شوهد عوضاً عنهما ، في المنطقة التي كان منتظراً ان يأتيا منها ، وابل من شهب تلمع . هذه الظاهرة تؤكد العلاقة الوثيقة بين الشهب والمذنبات .

ما يزال حتى الآن يكتنف أصل المذنبات غموض تام . لكن الفلكي الهولندي ج . هـ . أورْت يرى انه يوجد على مسافة بعيدة من الشمس « غيمة من المذنبات » .

للمذنبات أهمية علمية بالغة . وتبحث الآن جدياً مسألة ارسال مسبار فضائي للتلاقي مع مذنب صالح للدراسة .

النيازك والرُّجُم

النيازك ، أو الشهب ، ترى عادة في ليالي أوغسطس الصافية في نصف الكرة الشمالي · انها نقط من الضوء تتحرك بسرعة ، وغالباً ما تكون لها ذيول مضيئة ، وهي تنتج عن جسيمات تسير بسرعة عبر السماء · لقد عرفت هذه النيازك منذ القدم ، لكن طبيعتها الحقيقية لم تعرف قبل بداية القرن التاسع عشر ·

جسيمات فائقة السرعة

النيزك جسم دقيق ، يكون عادة أصغر من حبة الرمل ، ويدور حول الشمس · ليس من الممكن ، لفرط صغره ، أن يرى الا عندما يدخل جو الأرض الأعلى · قد تبلغ سرعة

١



٢



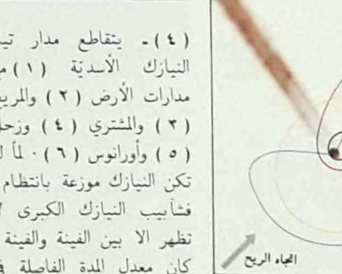
٣



(١) - كان مذنب بييلا مذنباً واحداً في ما مضى · لكنه انقسم في عام ١٨٤٦ الى مذنبين ، كما يظهر في رسم صنعه في حينه أنجلو سكّي (١٨١٨ - ١٨٧٨) · قد يكون الانشطار قد نجم أولاً عن اقتراب المذنب من المشتري عام ١٨٤٢ ثم أتت جاذبية الشمس بالضربة القاضية · عام ١٨٥٢ ، أرتد المذنبان اللذان فصلت بينهما مسافة تربو على مليوني كلم ، لكنهما لم يشاهدا عام ١٨٥٨ لوضعيهما غير الملائمين في تلك السنة ، كما لم يظهرا أيضاً عام ١٨٦٦ ، ثم غابا عن النظر منذ ذلك الحين ·

دخوله الى الجو ٧٢ كلم في الثانية . مما يحدث احتكاكاً بينه وبين جزيئات الهواء في السماء . والذي تتميز به الشهب . ليس ناجماً عن النيزك ذاته . بل عمّا يحدثه في الجو من أثر أثناء هبوطه ·

النيزك على نوعين رئيسيين : شوءبوب ومتقطع · قد تظهر النيازك المتقطعة من أي اتجاه وفي أي وقت · أما الشوءبوب . فله علاقة وثيقة بالمذنبات · فشآبيب ليونيد (الأسديات) المشهورة في شهر نوفمبر (٣ ، ٤) مثلًا مرتبطة بمذنب تمبل الدوري الضعيف وتتحرك في مدار واحد معه · لقد قيل ان النيازك ليست سوى حطام مذنبات · قد يكون في ذلك نوع من التبسيط المبالغ فيه . لكن مما لا ريب فيه أنه شوهد مذنب دوري . وهو مذنب بييلا . يتحطم . فظهر مكانه شوءبوب (١ ، ٢) · ما من شك في أن المذنب في سيره « ينثر » مادة نيزكية ·



(٢) - شوهد عام ١٨٧٢ شوءبوب من النيازك (بالأحمر) يشع من مصدر ابتعاث في برج المرأة المسلسلة (بالأزرق) . أي في المكان ذاته الذي فيه كان يقع مذنب بييلا سابقاً · من المرجح أن يكون هذا الشوءبوب من حطام ذلك المذنب · الشوءبوب الآن في غاية الضعف ·

(٣) - صوّر هذا الشوءبوب النيزكي الرائع لبرج الأسد من أريزونا في ١٧ اكتوبر عام ١٩٦٦ · لم يكن الشوءبوب مرئياً من أوربا في ذلك الحين ·

(٤) - يتقاطع مدار تيار النيازك الأسديّة (١) مع مدارات الأرض (٢) والمريخ (٣) والمشتري (٤) وزحل (٥) وأورانوس (٦) · لمّا لم تكن النيازك موزعة بانتظام . فشآبيب النيازك الكبرى لا تظهر الا بين الفينة والفينة · كان معدل المدة الفاصلة في الماضي بين ظهورين يربو قليلًا على ٣٣ سنة . لكن الشآبيب . التي كانت منتظرة في عامي ١٨٩٩ و ١٩٣٣ . لم تظهر . لأن مداراتها قد أثرت فيها تشويشات السيارات ·

(٥) - حفرت عدة رجم حديدية نيكلية فوهة أريزونا · في اندفاعها السريع في جو الأرض (أ) اشتعلت هذه الرجم . وعند اصطدامها بسطح الأرض (ب) حطّمت الطبقة الخارجية من الصخور · كان من جراء سرعتها الفائقة أنها حفرت التربة وأحدثت احتكاكاً وحرارة وضغطاً وموجات صدمية (ت) بلغت ذروتها في انفجار عنيف (ث) خلف فوهة · تظهر في المناطق الرجمية شظايا (ج) الرجم التي لم تتأثر بالحرارة (اللون الازرق) وشظايا صغيرة تأثرت بها قليلًا (اللون الأصفر) وجلاميد تأثرت بها الى حد بعيد (اللون الأسود) وجسيمات كروانية معدنية تكونت بالتكثف (اللون الأحمر) ·

يقاس غنى الشهب بالنيازك بما يسمى بالمعدل السمتي الساعيّ (م س س) . وهو قياس عدد النيازك التي يستطيع رؤيتها شخص يراقب في ظروف مثالية شهباً متألقاً عند السمت . يبدو أن أغنى شهب مواظب سنوياً هو شهب الفرساويات البالغ معدله السمتي الساعيّ حوالى ٧٠ . لا تدخل في هذا العدد النيازك التي لا ترى بالعين المجردة . فيكون عدد النيازك في الشهب بالحقيقة أكثر بكثير مما يُظَنّ . النيازك البالغة في الصغر حداً لا يحدث أي أثر ضوئي تعرف بالنيازك المجهرية . وهي كثيرة العدد .

لما كانت النيازك في شهب تسير عبر الفضاء في مسارات متوازية . فهي تبدو منطلقة من نقطة واحدة في السماء تعرف بمصدر ابتعاثها . هذه الظاهرة شبيهة بالرؤية من جسر يطل على طريق عربات . فممرات الطريق المتوازية تبدو متلاقية في نقطة عند





(٦) - يربو قطر الفوّهة الصدمية بالقرب من ونسلو بأريزونا على الكيلو متر . وقد يعود عهدها الى أكثر من ١٠٠٠٠ سنة . عثر حولها على عدد كبير من الشظايا الرجمية .

(٧) - رجم أورغاي (١٨٦٤) فحمي . وفيه مركبات عضوية .

(٨) - رجم نورتون فورناس الحجري (١٩٤٨) هو أثقل صخر رجمي من نوعه (أكثر من طن) .

(٩) - الرجم الذي أحدث سقوطه أكبر دمار في الأزمنة الحديثة هو الذي سقط في منطقة تونغوسكا بسيبيريا . فقد انقض على منطقة حرجية . فألقى بأشجار الصنوبر على الأرض في دائرة يبلغ شعاعها عدة أميال .

(١٠) - يعتبر رجم هوبا وست بالقرب من

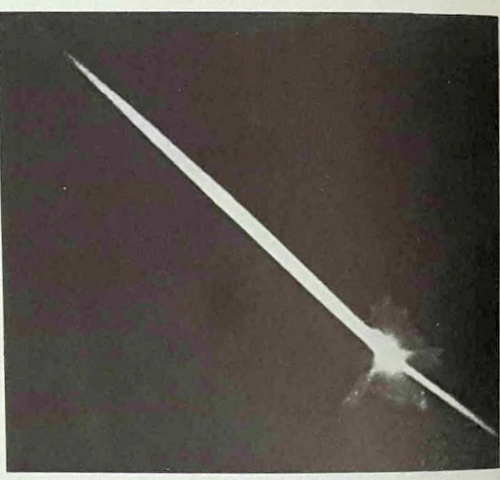


غروتفونتاين في جنوبي غربي افريقيا أكبر الرجُم المعروفة . يربو وزنه على ٦٠ طناً . ولربما كان وزنه قبل دخوله الجو يزيد ٢٠ طناً عن ذلك .

الأفق يمكن تسميتها بـ « مصدر الابتعاث » الظاهري للممرات .

الشآبيب السنوية المنتظمة

تظهر شآبيب النيازك بانتظام على أساس سنوي . وهي تشتمل على : الربعيات (١ - ٦ يناير) ؛ القيثاريّات (١٩ - ٢٤ أبريل) ؛ الساقيات (١ - ٨ مايو . المرافقة لمذنّب هالّي) ؛ الفرساويات (٢٥ يوليو - ١٨ أوغسطس) ؛ الجوزائيات (١٦ - ٢٦ اكتوبر) ؛ الثوريات (٢٠ أكتوبر ٣٠ نوفمبر) ؛ العنقائيات في أقصى الجنوب (٤ - ٥ ديسمبر) ؛ التوأميات (٧ - ١٥ ديسمبر) ؛ الدبّيّات (١٧ - ٢٤ ديسمبر) . أما الأسديات ، التي تبلغ ذروتها في ١٧ نوفمبر ، فهي أقل مواظبة . لأن النيازك تتكدس فيها بدلاً من أن تنتشر على طول مدار المذنب ، فينجم عن ذلك أن شؤبوباً رئيسياً من هذه الفئة لا يُرى إلّا عندما تمر الأرض عبر حشده الرئيسي . وهذا ما حصل في أعوام ١٧٩٩ و ١٨٣٣ و ١٨٦٦ و ١٩٦٦ . وما يمكن أن يحصل مجدداً عام ١٩٩٩ .



ولم يحدث أية فوهة . بأمكان رجم من هذا النوع أن تحدث دماراً كبيراً . لكن سقطوها لحسن الحظ في غاية الندرة .

(١١) - يظهر على الرجم الحديدي بعد قطعه وحكّه بالحوامض مما يسمى بنماذج ويدمانشتتن . وهي تنمّ عن بنية بلورية معدنية يتطلب تكوينها شروطاً غير عادية . هذه البنية البلورية تنفرد بها الرجم .

(١٢) - التكتيت ، الموجود منها في استراليا وفي بعض المناطق الأخرى من العالم ، هي أجسام شبه زجاجية ذات شكل تكوّن بفعل التحرك في الجو . يبدو أنها انصهرت مرتين . لكن أصلها ما يزال مجهولاً .

(١٣) - التقطت هذه الصورة في ٢٣ نوفمبر عام ١٨٩٥ لنيزك من نيازك المرأة المسلسلة ينفجر . وهي من أجمل الصور من نوعها .

تاريخ الرَّجُم

قد تتابع الرَّجُم الكبيرة طريقها الى الأرض وتصل الى سطحها قبل أن تتناثر . تصنَّف هذه الرَّجُم الى نوعين رئيسيين : رجُم حجرية (٨) ، وهي صخرية في أساسها . ورجم حديدية (١١) ، تدخل فيها نسبة مرتفعة من الحديد .

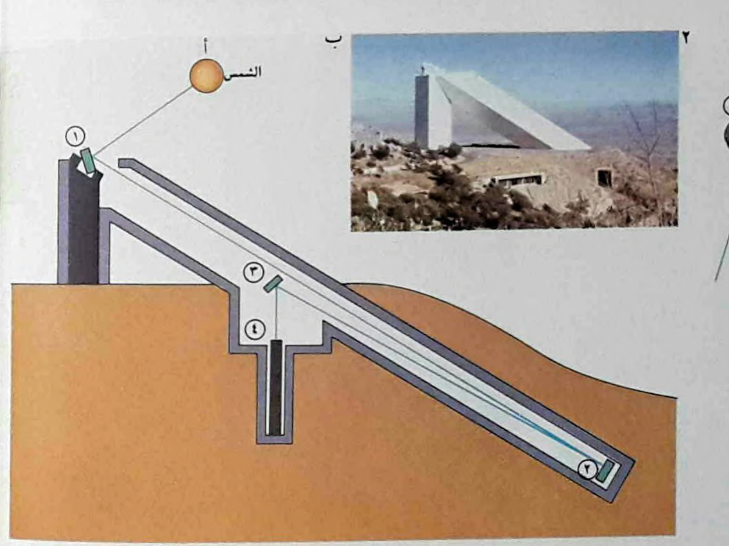
ثمة أنواع متوسطة مختلفة . يكشف حكّ الرَّجُم بالحوامض عن الأشكال المميزة لها والمعروفة بنماذج ويدمانشتتن . وهذه طريقة أكيدة لمعرفة ما اذا كانت مادة ما من أصل رجمي .

من حسن الحظ أن يكون سقوط الرَّجم الكبرى نادراً . خير مثال على الفوهات التي أحدثتها الرَّجم الكبيرة هي فوهة كانيون ديابلو بأريزونا (٥ ، ٦) وفوهة ولف كريك بأستراليا . لكن للآن لا نعرف حادثاً واحداً تسبب عنه مقتل انسان من جرّاء سقوط رجم .

الشمس والطيف الشمسي

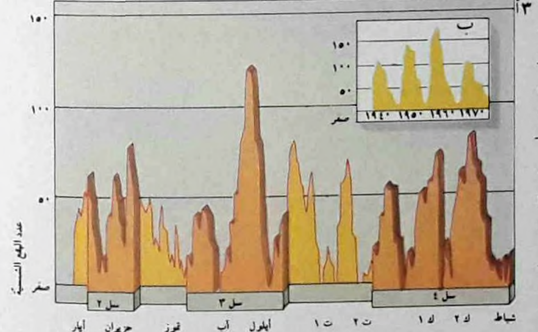
الشمس نجم . وهي واحد من ١٠٠٠٠٠ مليون نجم تتألف مجرتنا منها . في الكون ككل . ليس للشمس مكانة تذكر . فهي تصنف فيه نجماً قزماً أصفر اللون طيفه من نوع ج . لكنها . في نظامنا - النظام الشمسي - تبرز كالجرم السيد الفائق الأهمية .

الشمس ، وهي أضخم كثيراً من الأرض ، مكوّنة من الهيدروجين والهيليوم في الدرجة الأولى . يبلغ قطرها ١٣٩٢٠٠٠ كلم . ومع أنها تتّسع لأكثر من مليون جرم بحجم الأرض . فكتلتها لا تتعدى ١٩٩٠ × ٣٢١٠ غراماً . أي ما يعادل فقط ٣٣٣٠٠٠ مرة تقريباً كتلة الأرض . يكمن سبب ضآلة كتلتها في أن كثافتها دون كثافة السيارات



(١) - يمكّن السيلوستات . المستخدم لمراقبة الشمس . من التغلب على مشكلة ادارة سناد المراقب الضخمة التي فيها مرآة دوّارة (١) تدور مع الشمس . ومرآة اخرى (٢) تظل ثابتة . وذلك بأنه يسمح بتصويب أحد محوري المرآة المتحركة نحو القطب السماوي ويضبط الثاني وفاقاً لارتفاع الكوكب .

(٢) - **الهيليوستات (أ)** . وهو نسخة متطورة عن السيلوستات . ركّب في تلسكوب قطره ١٥٢,٤ سم في كتْ بيك بأريزونا (ب) لمراقبة الشمس . يقع ضوء الشمس على مرآة دوارة (١) ، فينعكس في انبوب على مرآة مقعرة (٢) ويتبأر في مرآة مسطحة (٣) . ثم يمر من خلال مطياف (٤) .



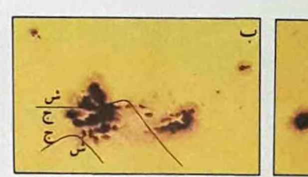
(٣) - طرأ على عدد كلف الشمس تقلبات كثيرة (أ) خلال بعثة سكايلاب بين ١٤ مايو عام ١٩٧٣ و ٨ فبراير عام ١٩٧٤ . الفترات التي كان فيها سكايلاب مأهولاً (٢٨

التي هي من نوع الأرض . معدل ثقلها النوعي هو ١٤٠٩ (أي ١٤٠٩ أضعاف ثقل الحجم ذاته من الماء) . لكنها ليست متجانسة . فكثافتها تزداد بسرعة وباطراد ابتداء من تحت سطحها الخارجي الساطع حتى النواة .

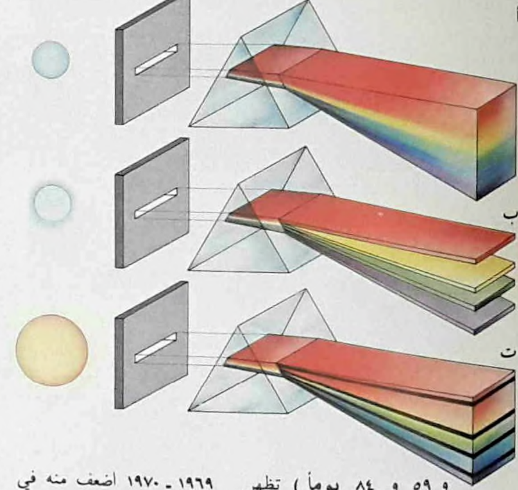
تقع الشمس على بعد ٣٢٠٠٠ سنة ضوئية عن مركز مجرتنا . وتستغرق ما يقرب من ٢٢٥ مليون سنة لتكمّل دورتها حول نواة المجرّة . مدة دورانها المحوري ٢٥،٤ يوماً عند خط الاستواء . لكن هذه المدة أطول بكثير بالقرب من القطبين .

سطح الشمس النيّر

يُعرف سطح الشمس الخارجي المضيء بـ « سطح الشمس النيّر » . وتبلغ حرارته ٥٥٠٠ سنتيغراد . تظهر على هذا السطح لطخات قاتمة تعرف بـ « كُلف الشمس » (١١) . ليست هذه الكلف سوداء . لكنها





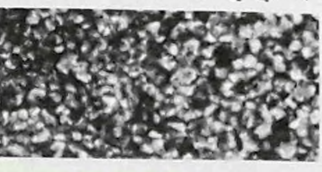


و ٥٩ و ٨٤ يوماً) تظهر باللون البرتقالي في الرسم البياني الكبير (س ل ٢ ، س ل ٣ ، س ل ٤) . يبرز الرسم الداخلي (ب) دور الكلف الممتد من ١٩٣٥ الى ١٩٧٣ . كان الحد الاقصى لنشاط الكلف في عامي ١٩٦٩ - ١٩٧٠ اضعف منه في عامي ١٩٥٧ - ١٩٥٨ .

(٤) - أظهرت مراقبات كُلف الشمس عام ١٩٤٧ ان هوية كلفة المقدمة وهوية كلفة المؤخرة كانتا غامضتين في ١١ فبراير ، بينما كانت القطبيات المغنطيسية واضحة كما تدل الخطوط على ذلك . بين ٩ مارس (ب) و ٧ ابريل (ت) ، اصبحت كلفة المقدمة (١) وكلفة المؤخرة (٢) معروفتين . اما في ٥ مايو (ث) ، فقد توقف النشاط .

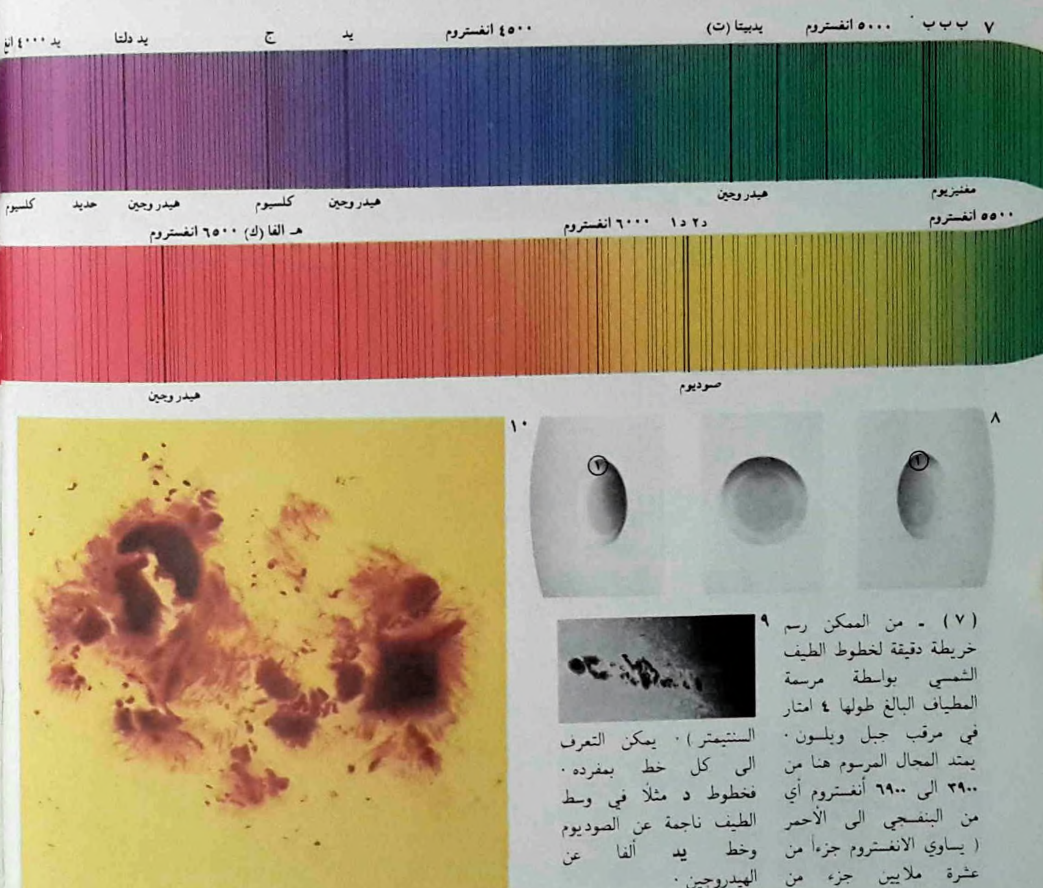
(٥) - يجمع الطيف الشمسي بين أثرين ؛ اولاً ، سطح الشمس النير ، الذي يعطي ، على غرار غاز تحت ضغط عال في المختبر ، طيفاً متصلاً كقوس قزح ، تبدو فيه الألوان متدرجة من الأحمر في طرف الموجات الطويلة الى البنفسجي في طرف الموجات القصيرة (أ) ؛ وثانياً ، الجو الشمسي ، الذي من شأنه مبدئياً ان يعطي ، على غرار غاز تحت ضغط منخفض طيف ابتعاث (ب) يتألف من خطوط ساطعة منعزلة يتشارك كل منها مع عنصر خاص . لكن فيما يشع الضوء من سطح الشمس ، تمتص العناصر الغازية في الجو الشمسي أطوالاً موجية معيّنة منه (ت) . فتظهر على الطيف خطوط فراونهوفر .

(٦) - ينجم تحبب سطح الشمس عن تأثيرات الحمل الحراري . ترتفع الأعمدة الغازية فوق قرص الشمس بكامله . ويبلغ معدل قطر الواحد منها حوالى ١٥٠٠ كلم . غير ان احجامها متفاوتة .



تبدو كذلك بسبب التباين .

تتألف الكلفة الشمسية النموذجية من ظل مركزي قاتم تحيط به منطقة من شبه الظل أكثر منه ضياء . ليس للكُلف عادة أشكال منتظمة . انما يغلب فيها التجمع في مجموعات تكون لكل منها اجمالاً كلفتان رئيسيتان : احداهما « في المقدمة » والثانية « في المؤخرة » (٤) . بعض المجموعات معقدة الى أقصى حد . وتشغل مساحة مترامية الأطراف . لكنها لا تعمّر طويلاً . حتى المجموعة الكبرى منها اجمالاً لا تدوم متراصة الا اشهرا معدودة على أقصى حد . بينما لا تبقى البقع الصغيرة سوى ساعات قليلة . بما أن الشمس تدور ، تُرى الكُلف تتحرك ببطء منتقلة عبر القرص من طرف الى آخر . تستغرق الكلفة اسبوعين تقريباً لاكمال انتقالها هذا . وبعد فترة مماثلة . تعود الى الظهور في الجهة المقابلة من القرص . شرط أن



(٧) - من الممكن رسم خريطة دقيقة لخطوط الطيف الشمسي بواسطة مرسمة المطياف البالغ طولها ٤ امتار في مرقب جبل ويلسون . يمتد المجال المرسوم هنا من ٣٩٠٠ الى ٦٩٠٠ أنغستروم أي من البنفسجي الى الأحمر (يساوي الانغستروم جزءاً من عشرة ملايين جزء من السنتيمتر) . يمكن التعرف الى كل خط بمفرده . فخطوط **د** مثلاً في وسط الطيف ناجمة عن الصوديوم وخط **يد** ألفا عن الهيدروجين .

لا تكون قد تلاشت في اثناء ذلك ·

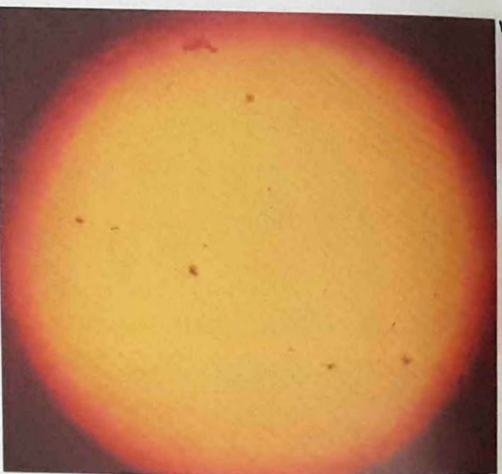
الأدوار المنتظمة

يمر النشاط الشمسي في دور منتظم الى حد كبير ، مدته ١١ سنة · بلغ هذا النشاط أقصاه في عام ١٩٥٧ ـ ٥٨ ، ثم في عام ١٩٦٩ ـ ٧٠ ، عندما انتشرت مجموعات الكلف انتشاراً واسعاً (٣ ب) · عندما تكون الكُلف في أدنى نشاطها ، قد يظل القرص خالياً من المعالم لأيام عديدة متوالية ·

للشمس مجال مغنطيسي شامل ، وبامكاننا أن نفترض أن الخطوط المغنطيسية فيه تنتقل من قطب الى آخر مارة تحت السطح النيّر · نظراً للفرق في مدة الدوران بين خط الاستواء والمنطقتين القطبيتين ، تتبعثر الخطوط المغنطيسية لمدة بضع سنوات ، على طول خط الاستواء ، بينما يقوى المجال المغنطيسي في القطبين ويفقد استقراره ، الى ان تتكوّن من الطاقة المغنطيسية فيهما حلقة أو عقدة تنفذ الى ما فوق السطح ، محدثة كلفتين تكون لإحداهما قطبية شمالية وللثانية قطبية جنوبية · بسبب التوصيل المغنطيسي ، تصبح قطبيات كلف المقدمة وكلف المؤخرة متقابلة في نصفي الكرة الشمسية · بعد ١١ سنة تقريباً ، تنحل « العقد » الموجودة في الخطوط ، فتعود الشمس فجأة الى حالتها الأصلية · لكن في الدور التالي ، تأتي قطبيات الكلف في القطبين معكوسة ·

العثور على عناصر جديدة

العناصر الغازيّة الموجودة في جو الشمس تعمل ، بتواترات خاصة ، على امتصاص الضوء من الطيف المتصل المبتعث من سطح الشمس النيّر ، محدثة في هذا الطيف فجوات أي خطوطاً قاتمة · هذه الخطوط ، في ما يتعلق بالشمس ، سميت خطوط فراونهوفر · يمكن التعرف الى العناصر الموجودة في جو الشمس بالاستناد الى مواقع (أي تواترات) خطوط الطيف وشدتها · بهذه الطريقة ، عثر حتى الآن على أكثر من ٦٠ عنصراً · أحد هذه العناصر ـ وهو الهيليوم ـ تم التعرف اليه قبل أن يُعثر عليه على الأرض ·



(٨) ـ يبدو ان شبه الظل في الكلف الشمسية الواقعة بالقرب من حافة قرص الشمس يضيق في الجهة القريبة من القرص ، مما يدل على ان الكلف هي انخفاضات في سطح الشمس النير ·

(٩) ـ تعطي كلفة شمسية بالقرب من الحافة مثلاً على أثر ويلسن · يُرى بوضوح تقلص شبه الظل نحو مركز قرص الشمس · الخطوط الساطعة تدعى صياخد ، وهي ترافق عادة مجموعات الكلف الكبرى ·

(١٠) ـ كانت مجموعات مهمة ومعقدة من الكلف الشمسية ما تزال مرئية حتى بعد انقضاء درجة النشاط القصوى عام ١٩٤٧ · التقطت صورة هذه المجموعة من جبل ويلسن في ١٧ مايو عام ١٩٥١ ·

(١١) ـ الشمس في اوج نشاطها الدوريّ عام ١٩٥٨ · تظهر على القرص بقع كثيرة ·

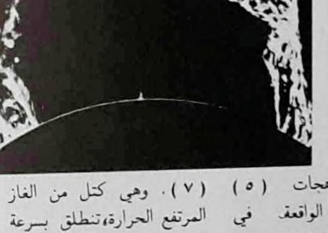
جَوُّ الشمس وإشعاعاتها

في المراقب العادية . لا يظهر من الشمس سوى سطحها النير وبعض معالمها . كالكلف والحبيبات والصياخد (وهي رقع موقتة على سطح الشمس) . وكلها واقعة فوق السطح النيّر ذاته . لذلك تدعو الحاجة الى طرائق أكثر تعقيداً لدراسة الجو الشمسي . لأن ما يحيط بالشمس لا يمكن ان يُرى بالعين المجردة (أو بواسطة مرقب عادي) الا في المناسبات النادرة (الكسوفات الكاملة) التي يحجب فيها القمر الشمس كلياً .

الشواظات والتوهجات

تسمى الطبقة من الجو الشمسي الواقعة مباشرة فوق السطح النيّر « الطبقة الملونة »







(١) - لا يمكن رسم بنية الشمس الرئيسية بقياس صحيح . في داخلها (١) تولّد التفاعلات النووية طاقة . تمتد منطقة الحمل الحراري (٢) حتى السطح النير (٣) المتخلخل نسبياً . وهو طبقة غاية في الرقة وواضحة الحدود . اما الكلف (٤) . فتقع في السطح النير . وترافقها التوهجات (٥) والشواظات الواقعة في الكروموسفير (٦) . ترتفع حرارة الكروموسفير من ٦٠٠٠° س في القاعدة الى ٥٠٠٠٠° س في القمة (الحرارة هنا هي مجرد قياس سرعات تحرك الجسيمات الذرية ولا تدل على « حرارة » اضافية) . في الكروموسفير ايضاً شُوك (٧) . وهي كتل من الغاز المرتفع الحرارة، تنطلق بسرعة الى العلاء داخل الاكليل الفائق التخلخل (٨) . الاكليل ضخم وتنطلق منه دفقات (٩) .

---

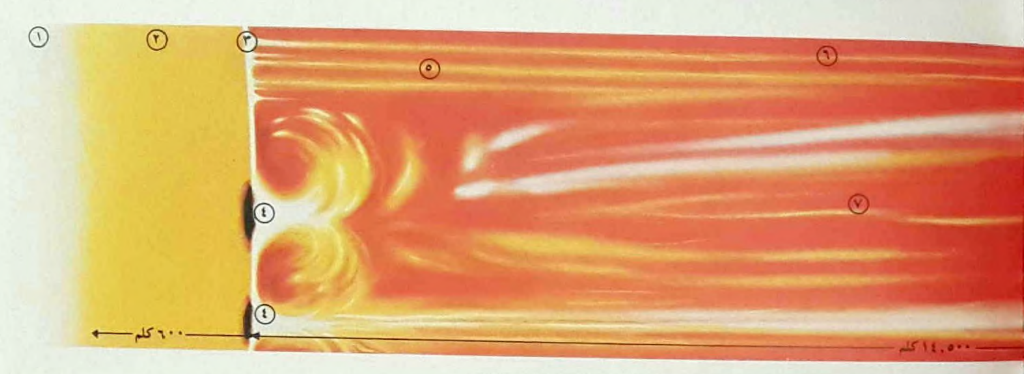
(٢) - ظهر شواظ ثوراني هائل في ٤ يونيو عام ١٩٤٦ الساعة ١٦،٠٣ (أ) . متخذاً شكل قوس . في الساعة ١٧،٣ . كان قد انتفخ حتى بلغ علوّه ٣٢٢٠٠٠ كلم فوق سطح الشمس . في الساعة ١٧،٢٣ (ب) لم يبق من القوس الكبير الا القليل . يُرى الشواظ وهو يتبدد (ت) .

---

(٣) - قد تتخذ الأشفاق أشكالاً متنوعة . كأشكال

(الكروموسفير) . لأن لها لوناً أحمر متميزاً . هذه هي أيضاً منطقة الشواظات الضخمة والساطعة . تستعمل لدراسة الشواظات آلات مبنية على مبدأ المطياف . ثمة نوعان رئيسيان من الشواظات ؛ الثورانية (٢) والهادئة (٦) .

ترافق الشواظات على الغالب مجموعات الكُلف الكبرى . كذلك تخرج منها « توهّجات » لا ترى عادة . غير أن بعضها قد شوهد . هذه التوهجات قصيرة العمر وتبث تيارات من الجسيمات واشعاعات قصيرة الموجات . لها تأثير ملحوظ على الأرض . اذ انها تحدث فيها عواصف مغنطيسية أو تشوشات في مجال الأرض المغنطيسي تؤثر بدورها على المواصلات اللاسلكية والبوصلات . تصدر عن الشواظات أيضاً الأضواء الشمسية الجميلة التي هي أنوار الشفق (٤ ، ٣) .

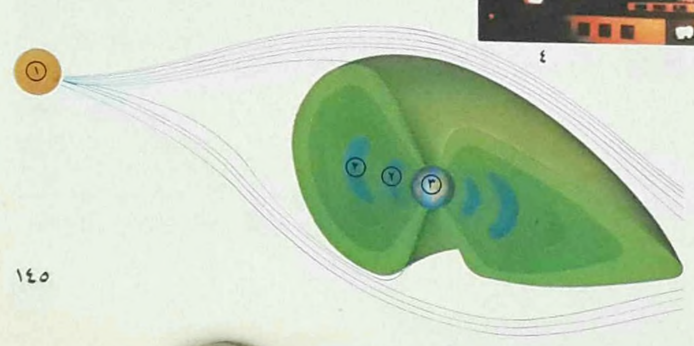


٣

السناجق والأقواس والستائر . ولجميعها ألوان جميلة مختلفة . سميت بحق « اللُجج المتلظية » . من شأن الجسيمات المكهربة ان تقترب في التفافها من قطبي الأرض المغنطيسيين . لذلك أحسن ما ترى من خطوط العرض المرتفعة . اذ تكون نادرة في الخطوط المنخفضة . أكثر ما تظهر الأشفاق عندما تكون الشمس ناشطة حوالي أقصى دورها الذي يدوم ١١ سنة .

(٤) - ينتج الشفق . الذي غالباً ما ترافقه التوهجات . عن جسيمات مشحونة تبثها الشمس . تأتي الجسيمات من الشمس (أ) وتدخل أحزمة فان ألن (ب) التي تحيط بالأرض (٣) . تصبح أحزمة فان ألن مثقلة بها . فتتساقط الجسيمات في الهواء الأعلى محدثة التوهجات الشفقية .

٤

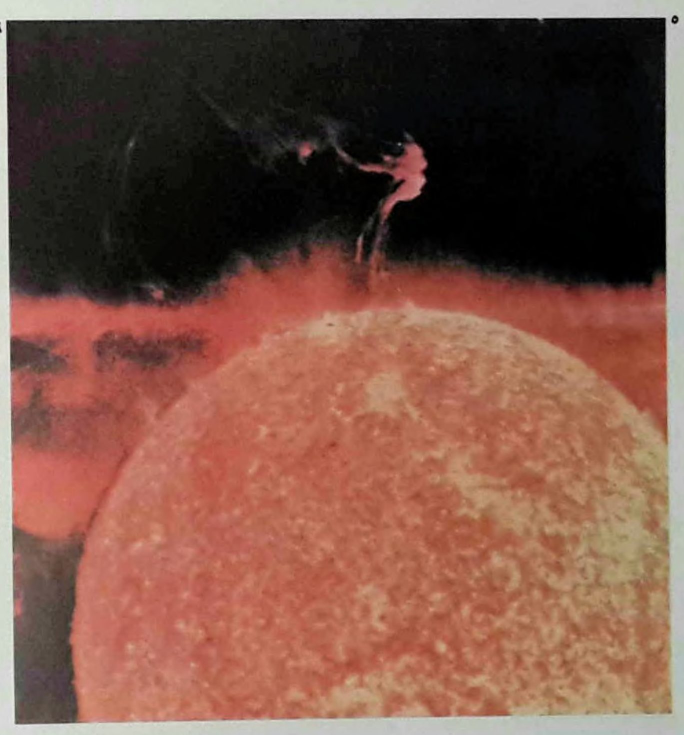


ليست الشمس مصدراً للنور فحسب ، بل هي أيضاً مصدر مهم لاشعاعات ما تحت الأحمر (الحرارة) وما فوق البنفسجي وللأشعة السينية والأشعة الرادوية وأشعة غما . دراسة الشمس صعبة من الأرض ، بسبب أثر الجو الحاجب . لكن معرفتنا بها تقدمت كثيراً ، نتيجة للدراسات التي أجريت بواسطة الأقمار الاصطناعية ، فضلاً عن التي قام بها رواد الفضاء في سكايلاب عامي ١٩٧٣ - ١٩٧٤ . لحسن الحظ ، كانت الشمس معتدلة النشاط (٥ ، ٧) عندما كان الرواد في مدارهم ، لأن أكثر النتائج التي حصلوا عليها لم يكن من الممكن التوصل اليها على يد مراقبين يعملون من الأرض .

محطة توليد القوة

مع أن علماء الفلك لا يستطيعون البرهان على معظم نظرياتهم حول طبيعة الشمس ،

٥



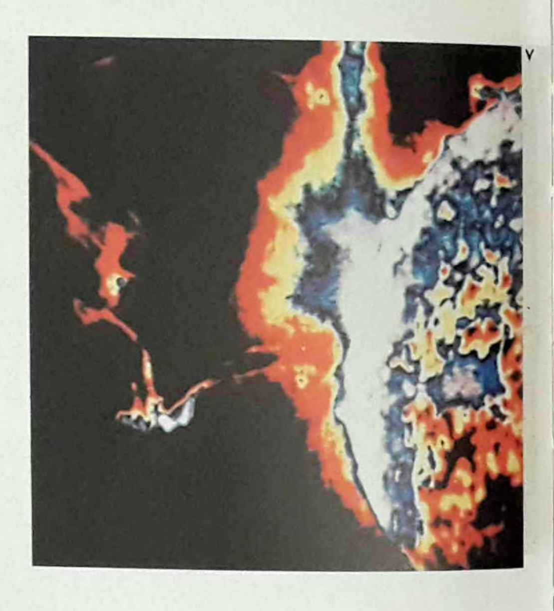
٦

(٥) - تبيّن هذه الصورة الملتقطة من سكايلاب شواظاً شمسياً ثورانياً يرى مرتفعاً الى علو شاهق . تبدو المادة في ذروة القوس منعكسة باتجاه سطح الشمس .

(٦) - أكثر ما يلفت النظر في معالم الشمس تيارات الغاز الحار المسماة شواظات . قد تظل الشواظات الهادئة عالقة في الكروموسفير خلال أيام أو أسابيع على ارتفاع حوالى ٣٢٠٠٠ كلم فوق سطح الشمس . التقطت هذه الصورة بواسطة مرشح لايوت في كاسر قطره ١٠ سم . اما الشواظات الثورانية ، وهي النوع الرئيسي الآخر ، فهي لهب مسترقّة من الغاز غالباً ما يبلغ ارتفاعها ٤٠٠٠٠ كلم . وتتكون في اكثر الاحيان في المناطق التي تحتوي على الكلف الشمسية . مكّن اختراع مرسمة الاكليل عام ١٩٣٠ من

فلديهم فكرة واضحة عن تركيبها . كلما اقتربنا من النواة . ترتفع الحرارة حتى تبلغ في وسط الكرة الشمسية ما يقدر بعشرة ملايين درجة سنتيغراد . هنا . في هذا الموضع الذي يسمّى « محطة الشمس لتوليد القوة » . يتم انتاج الطاقة .

من الخطأ الظن بأن الشمس تتقد كما تتقد النار . فلو افترضنا شمساً مكونة كليا من الفحم الحجري ومشعة اشعاع الشمس



تصوير الشواظات في جميع الأوقات . في حين ان رؤيتها لم تكن ممكنة قبلا الا في أوقات الكسوف الكامل .

(٧) ـ التقط صورة هذا الشواظ الشمسي رواد الفضاء من سكايلاب . الألوان . في هذه اللقطة المأخوذة بأقصى اشعة ما فوق البنفسجي . كاذبة . وهي تمثل درجة ازدياد حدة الاشعاع من الأحمر . مروراً بالأصفر والأزرق . الى الارجواني والابيض حيث حدة الاشعاع على أشدها . لم يكن بالامكان التقاط هذه الصورة الا بواسطة آلات تعمل من فوق طبقات الجو الأرضي .

الحقيقية الملتهب . لما تمكنت تلك الشمس ان تستمر مشعة مدة طويلة (بالمقاييس الكونية) . مع أن علماء الفلك يعتقدون أن عمر الشمس الحقيقية لا يقل عن **٥٠٠٠** مليون سنة (وهي بدون شك أقدم من الأرض التي يقدر عمرها بـ **٤٦٠٠** مليون سنة) . مصدر طاقة الشمس يجب البحث عنه في التحولات النووية الجارية في داخلها . الهيدروجين هو العنصر الرئيسي فيها . وهو محيط بالنواة . حيث تبلغ الحرارة والضغط حداً هائلاً . يتكون الهيليوم . وهو العنصر الثاني الأكثر خفة . من نوى الهيدروجين بفعل الانصهار النووي . يتطلب تكون نواة هيليوم أربع نوى من الهيدروجين . في هذه العملية يضيع قليل من الكتلة . لأن جزءاً منها يتحول الى كمية كبيرة من الطاقة . هذه الطاقة هي التي تعطي اشعاع الشمس . تبلغ كمية الكتلة المفقودة **٤** ملايين طن في الثانية . قد يبدو هذا جسيماً . لكنه أمر لا يعتد به . نظراً الى كتلة الشمس بكاملها . ففيها من الهيدروجين ما يكفي لجعلها تشع بشكلها الحالي لمدة لا تقل عن **٥٠٠٠** مليون سنة أخرى ولربما أكثر .

البحوث الشمسية

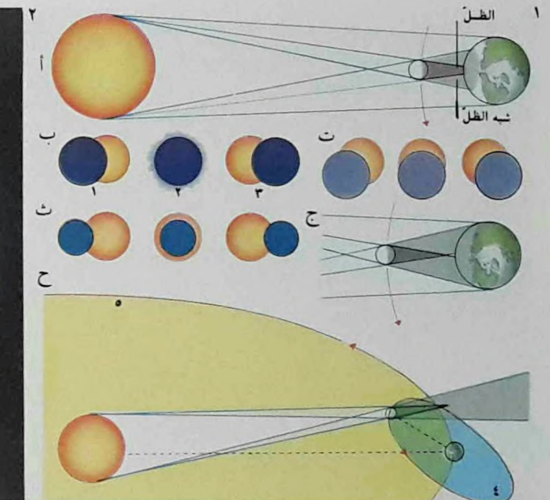
تزداد معرفتنا للشمس بفضل حقول مختلفة من البحث . ولعلم الفلك الاشعاعي أهمية خاصة . انه طريقة لدراسة الفلك بواسطة أطوال موجات الطيف الكهرطيسي . فالشمس مصدر اشعاعي قوي . وهذا أمر معروف منذ الأيام الأولى لعلم الفلك الاشعاعي . أما دراسة الأشعة السينية وأشعة غما . فأحدث عهداً . لأنها تتوقف على آلات تعمل من فوق طبقات الجو الأرضي المشوشة .

كسوفات الشمس

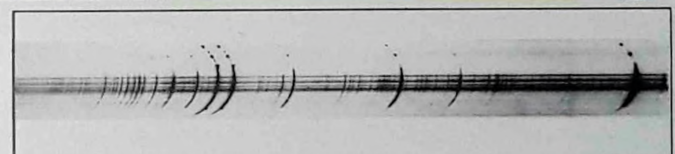
زادت بعثات سكايلاب في عامي ١٩٧٣ و ١٩٧٤ معارفنا عن الشمس زيادة كبيرة. لأنها مكّنتنا من توسيع مراقباتنا لمعالمها التي لا تُرى من سطح الارض. قبل هذه الرحلات. كانت تتم احسن رؤية لهذه المعالم خلال الكسوفات الكاملة.

اشكال الكسوفات

القمر اقرب الى الارض من الشمس لدرجة انه، بالرغم من صغر حجمه، يبدو بحجمها في فضائنا. زد على ذلك انه بوسعه، عندما تكون الاجرام الثلاثة على خط واحد، ان يحجب قرص الشمس النيّر عنا، وذلك دون ان يمنعنا من مشاهدة تألق الكروموسفير







(١) ـ في كسوف كامل (أ) يصل مخروط الظل الرئيسي (الذي يجب التفريق بينه وبين ظل كلفة شمسية) الى سطح الارض. بينما يحدث في شبه الظل على طرفيه كسوف جزئي. الشمس والقمر (ب) يقتربان من الكسوف الكلي (١) ويبلغانه (٢) ويبتعدان عنه (٣). يظهر في (ت) كسوف جزئي يكون غير كامل في اي جزء من اجزاء الارض. يحدث الكسوف الحلقي (ث). عندما يعجز مخروط الظل عن ملامسة الارض (ج). يظهر في (ح) كيف ان انحناء مستوي المدار القمري (٤) بالنسبة الى مستوي المدار الارضي (٥) يحول دون حدوث كسوف.

(٢) ـ عندما يعود قرص الشمس الى الظهور من وراء القمر بعد كسوف كلي. يتألق خلال دقائق معدودة الاثر المدعو «الحلقة الماسية» تألقا رائع المنظر. كما حدث في الكسوف الكلي في ٢١ نوفمبر من عام ١٩٦٦.

(٣) ـ قبل ان يبدأ الكسوف الكامل او بعد ان ينتهي مباشرة. عند ظهور اثر «الحلقة الماسية». يُرى جو

والاكليل (١ - ب) · تكون مدة هذا الكسوف قصيرة دائما ، لأن ظل القمر يمر بسرعة على الارض (١ - أ) . فلا يكون عرض الرقعة الكاملة التي يقع عليها ابدا اكثر من ٢٦٩كلم ، كما لا تكون مدة الكسوف في اية نقطة من الارض اطول من ٨ دقائق · لذلك كان علماء الفلك يبذلون اقصى جهدهم للاستفادة من هذه المناسبات · لم يقتنع اكثر الفلكيين بأن الشواظات تنطلق من الشمس لا من القمر ، الا بعد كسوف عام ١٨٤٢ الشهير·

مدار القمر ليس منتظما ، لذلك يتغير حجمه الظاهر باستمرار · ففي الأوج (وهو ابعد نقطة عن الارض) ، يبدو القمر ١٠ في المائة اصغر مما هو عليه في الحضيض (اقرب نقطة الى الارض) · عندما يبدو القمر اصغر من الشمس ، لا يستطيع حجب طبقة الفوتوسفير بكاملها ، فتكون النتيجة كسوفا حلقيا ، يترك حلقة من ضوء الشمس تظهر

٤



٥



٦



٧



الشمس بدون خلفية خطوط الامتصاص القائمة الفوتوسفير · تتحول عندئذ فجأة الى خطوط بث مضيئة ، محدثة « طيفا ومضياً » ترى هنا له صورة سالبة · يكون هذا الأثر قصير الامد ، لكن صورا عديدة له قد التقطت ومعلومات كثيرة قد جمعت ·

(٤) - شوهدت عدة كُلف شمسية على قرص الشمس خلال كسوف ٢١ نوفمبر عام ١٩٦٦ ·

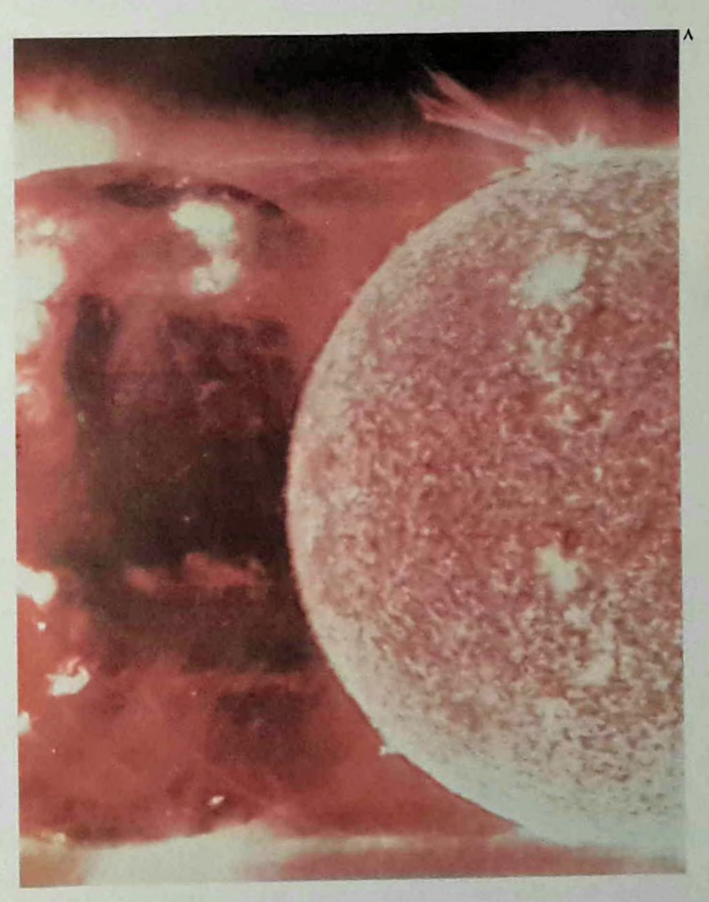
(٥) - تصوير الكسوف من الطائرة له فائدته · فلا تكون هناك غيوم ، كما يكون بوسع الطائرة ان تتعقب ظل القمر · هنا يظهر الكروموسفير والاكليل الداخلي بوضوح ·

(٦) - كسوف عام ١٩٦١ ، الذي التقطت صورته بعد تعريض طويل ، كان فيه الكثير من الاكليل الخارجي ممتدا على مساحة واسعة ، لذلك جاء تعريض الاكليل الداخلي والشواظات مفرطا ·

(٧) - التقط سكايلاب هذه الصورة لإكليل الشمس بالاشعة السينية خلال الكسوف الكامل في ٣٠ يونيو عام ١٩٧٣ · كانت الشمس قريبة من دور نشاطها الادنى ، وكان الاكليل على حد كبير من التماثل · المنطقة القاتمة هي « فجوة إكليلية » ·

حول كتلة القمر المظلمة (١ - ث) . ثمة ايضا كسوفات جزئية (١ - ت) ، وذلك عندما لا تُحجَب الشمس بكاملها . الكسوفات الحلقية والجزئية غير مهمة نسبيا ، لأن المناطق المحيطة بالشمس لا تظهر للعيان ابّانها .

يعود تسجيل الكسوفات الى عدة قرون . فهناك كسوف شوهد في الصين قبل ٢١٣٦ سنة ق . م . لا تحدث الكسوفات في كل مرة يتجدد فيها القمر في السماء ، لأن مداره منحن كثيرا بالنسبة الى مدار الارض (١ - ج) . لكن الكسوفات (كلية او جزئية) ، تتعاقب كل ١٨ سنة و ١٠,٣ ايام ، اي عندما تعود الشمس والقمر والارض الى مواقعها السابقة تقريبا . تعرف هذه الفترة بالساروس (قد تحدث كسوفات اخرى خلال هذه الفترة) . ليس الساروس (١٠) غاية في الدقة ، لكنه مفيد للتنبؤات ، وكثيرا ما لجأ اليه الاقدمون .



(٨) - يظهر في هذه الصورة احد الاحداث الشمسية الاكثر اثارة التي سجلت خلال دراسة الشمس من سكايلاب . فقد بيّن فلم صوّر في ١٠ يونيو عام ١٩٧٣ « فقاعة » هائلة من مادة متخلخلة بحجم الشمس ، كانت تنطلق الى الخارج عبر الاكليل بسرعة تقرب من ٤٠٠ كلم في الثانية .

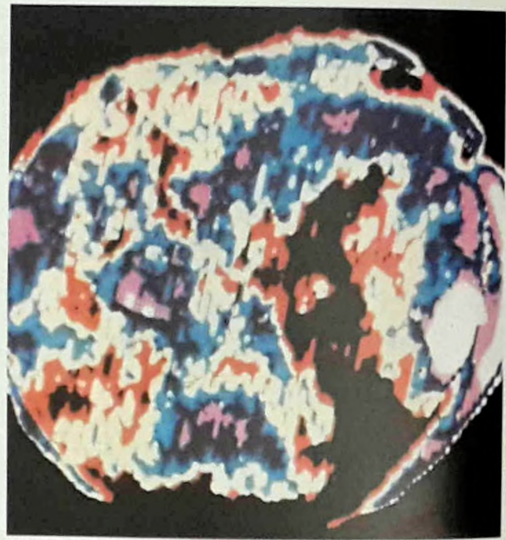
(٩) - البقعة السوداء في هذه الصورة ذات الالوان الكاذبة التي التقطها سكايلاب بأشعة اقصى ما فوق البنفسجي تمثل فجوة اكليلية واسعة ، وهي ليست متناسقة كل التناسق .

(١٠) - اثنا عشر كسوفا شمسيا اشير الى كل واحد بخط (أ) يمثلون مجموعة من الكسوفات المتجانسة لساروسات مختلفة . كسوف عام ١٩٩١ سيكون تاما فوق امريكا الوسطى ، اما الكسوف الثاني فسيكون جزئيا . كان كسوف عام ١٩٧٠ (ب) تاما فوق مكسيكو وفلوريدا ، وجزئيا فوق امريكا الشمالية .

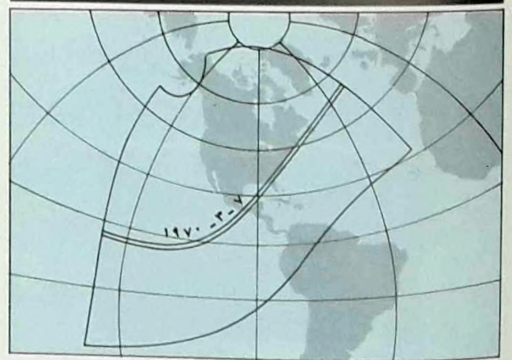
مراقبة الاكليل

اكثر ما يثير الاهتمام في الكسوف الكلي امكانية مراقبة الاكليل (٥ و ٦) · لقد تبيَّن ان شكل الاكليل يتغير وفاقا لحالة الدور الشمسي · فعندما تكون الكلف عند حدها الادنى ، يكون الاكليل تام التماثل . وعندما تكون عند حدها الاقصى ، تحدث فيه نتوءات بارزة · اثناء الكسوف الكلي ، تكون السماء على درجة من الظلمة تمكّن من رؤية

٩



ب



السيارات والنجوم الساطعة ، وقد عُثر ، في مناسبات عديدة ، بالقرب من الشمس المحجوبة ، على مذنَّبات لم تكن بالحسبان ·

اصبح الآن من الممكن ، بفضل تقدم المطيافية كطريقة للبحث ، دراسة الكروموسفير والشواظات في اي وقت كان · اما الاكليل ، فما تزال تعترض دراسته بعض الصعوبات ، لأن حتى قسمه الداخلي هو اضعف بكثير من الكروموسفير · تظل معرفة الشمس اذن ناقصة ، ويحول دون محاولات انمائها عجز بعض الاشعاعات في الطيف الكهرطيسي ، بما فيها الاشعة السينية ، عن الوصول الى سطح الارض ·

في الماضي ، استنبطت عدة طرائق للتغلب على آثار الجو الارضي الحاجبة · فاستخدمت المناطيد مثلا ، لكنها لم تستطع الارتفاع الى ما كان علماء الفلك يبتغونه · اخيرا وجد الحل المنشود ، عندما وضعت آلات متطورة لدراسة الاشعة السينية الشمسية في مركبة فضائية ، كما حصل لسكايلاب · استخدمت هذه الآلات بنجاح (٧) . فسمحت بدراسة الاكليل على جميع الاطوال الموجية ·

مراقبات الشمس المقبلة

على الرغم من المعرفة المكتسبة حديثا ، ما تزال عدة مسائل عالقة بدون حل · فقد دلّت اختبارات سكايلاب بأشعة ما فوق البنفسجي على بنية اكليلية اكثر تعقيدا مما كان معروفا في ما مضى ، كما كشفت الصور الملتقطة بالاشعة السينية ايضا عن مناطق اكليلية ذات كثافة منخفضة - او عن فجوات اكليلية - قد تكون السبب في ما يحدث في الريح الشمسية من اضطرابات ·

أنواع النجوم

ليس من نجم ، باستثناء الشمس ، قربه من الأرض يكفي لكي يظهر لمن هم على سطحها أكثر من نقطة من الضياء . لذلك ترتدي دراسة الشمس أهمية فائقة للتعرف الى عالم النجوم ، خصوصاً وأن قيمة المرقب في حد ذاته تظل محدودة . تعتمد الفيزياء الفلكية ، في الدرجة الأولى ، على المطياف لتحليل الضوء والحصول على معلومات عن المواد الموجودة في مصدر هذا الضوء .

الأطياف النجمية

أول من درس طيف الشمس كان اسحق نيوتن (١٦٤٢ - ١٧٢٧) في عام ١٦٦٦ . لكن التقدم الحقيقي تم في القرن التاسع



(١) - اذا صوّبنا آلة تصوير نحو السماء ليلاً وعرّضناها مدة من الزمن دون ان نحركها ، تبدو النجوم على الصورة بشكل خطوط ، وذلك بسبب دوران الارض على محورها . كلما طالت مدة التعريض ، طالت الخطوط . اذا أطلنا مدة التعريض ، تصبح الألوان المختلفة للنجوم أكثر وضوحاً ، كما يبدو في هذه الصورة . فالنجوم الفائقة الحرارة تبدو زرقاء او بيضاء ، والنجوم التي هي دونها حرارة تبدو صفراء ، والتي هي الأبرد تبدو خطوطاً حمراء .

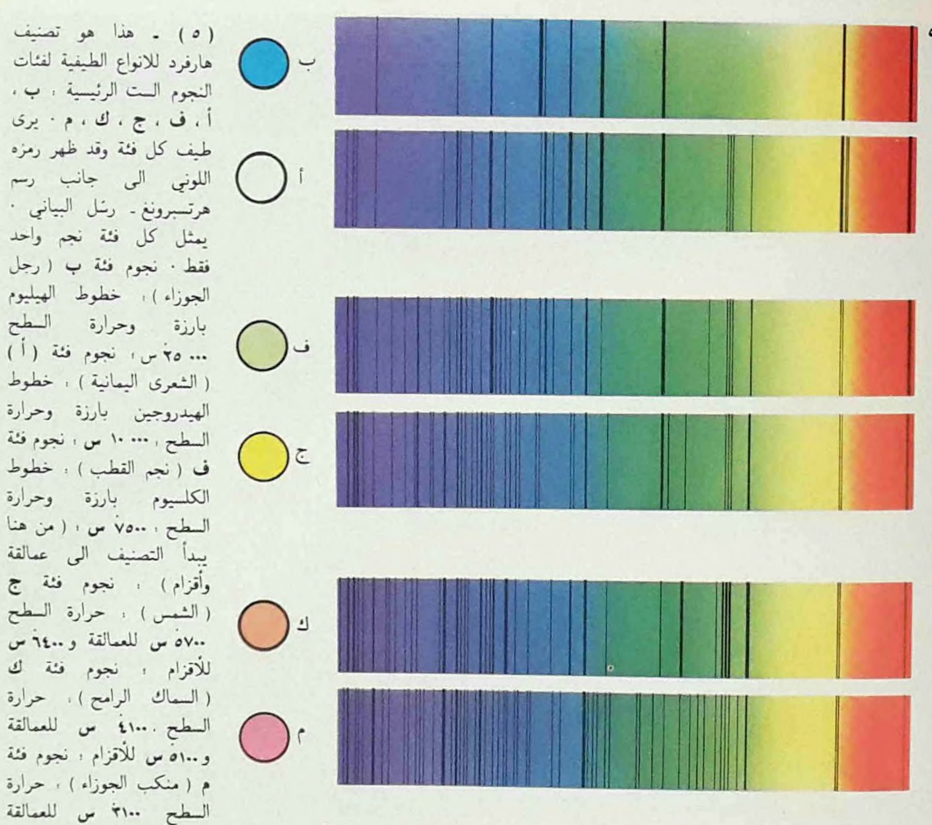


(٢) - صورة للكوكبة الشهيرة نعيم (الصليب الجنوبي) التقطها في روديسيا ج . مك بين . كانت آلة التصوير مثبتة على مرقب دوار كي تظهر النجوم نقطاً ساكنة لا خطوطاً . من بين النجوم الرئيسية الاربعة ، ثلاثة حارة وبيضاء ، لكن النجم الرابع - وهو غما نُعيم - فهو عملاق أحمر يُرى لونه هنا بوضوح . من الممكن ان ترى هذه الألوان بمنظار عادي .

(٣) - التقط هـ . ر . هتفيلد صورة خطوط المغنيزيوم في المنطقة الخضراء للطيف الشمسي بواسطة مرقب الطيف الشمسي . تقع خطوط المغنيزيوم على موجة طولها ٥١٧٠ أنغستروم .

عشر ، لا سيما على يد جوزف فون فراونهوفر (١٧٨٧ - ١٨٢٦) ، الذي رسم خطوط الامتصاص القاتمة في خريطة طيف الشمس ، وهي ما تزال في أكثر الأحيان تدعى بأسمه .

بيّنت دراسات رائدة ، قام بها خصوصاً انجلو سكّي (١٨١٨ - ١٨٧٨) في ايطاليا ووليم هغنس (١٨٢٤ - ١٩١٠) في انجلترا ، انه بالامكان تقسيم النجوم حسب اطيافها الى عدة أنواع متميزة . النظام المتبع اليوم (٥) ، هو الذي وضعه مدير مرصد هارفرد كولدج ، ادوارد بيكرينغ (١٨٤٦ - ١٩١٩) . في هذا النظام ، أعطيت الأنواع أحرفاً ابجدية ، فكانت للأنواع الرئيسية الستة ، حسب الترتيب التناقصي لحرارتها السطحية ، الأحرف : **ب** ، **أ** ، **ف** ، **ج** ، **ك** ، **م** . يشتمل الجدول الكامل ، فضلاً عن هذه ، على خمس فئات أنواعها نادرة ، تظهر فيها خصائص طيفية مختلفة وهي : **هـ** ، **و** ، **ر** ، **ن** ، **س** .



(٥) - هذا هو تصنيف هارفرد للانواع الطيفية لفئات النجوم الست الرئيسية : **ب** ، أ ، **ف** ، **ج** ، **ك** ، **م** . يرى طيف كل فئة وقد ظهر رمزه اللوني الى جانب رسم هرتسبرونغ - رسّل البياني . يمثل كل فئة نجم واحد فقط . نجوم فئة **ب** (رجل الجوزاء) : خطوط الهيليوم بارزة وحرارة السطح ٢٥٠٠٠ س ؛ نجوم فئة (أ) (الشعرى اليمانية) : خطوط الهيدروجين بارزة وحرارة السطح ، ١٠٠٠٠ **س** ؛ نجوم فئة **ف** (نجم القطب) : خطوط الكلسيوم بارزة وحرارة السطح : ٧٥٠٠ **س** ؛ (من هنا يبدأ التصنيف الى عمالقة وأقزام) ؛ نجوم فئة **ج** (الشمس) : حرارة السطح ٥٧٠٠ **س** للعمالقة و ٦٤٠٠ **س** للأقزام ؛ نجوم فئة **ك** (السماك الرامح) : حرارة السطح ٤١٠٠ **س** للعمالقة و ٥١٠٠ **س** للأقزام ؛ نجوم فئة **م** (منكب الجوزاء) : حرارة السطح ٣١٠٠ **س** للعمالقة و ٢٥٠٠ **س** للأقزام . اكثر هذه النجوم متغيرة .

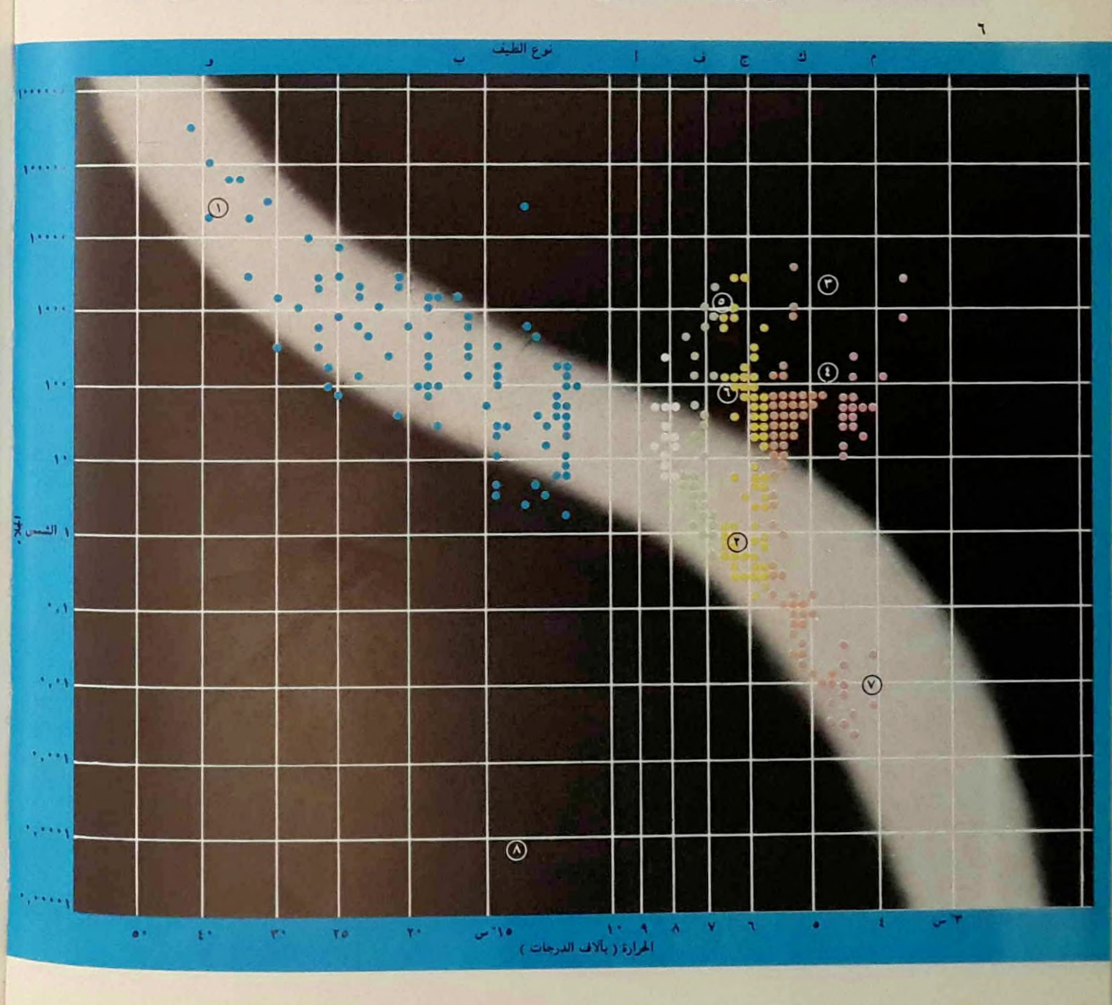
(٤) - التقط هـ . ر . هتفيلد صورة خط الصوديوم المزدوج الموجود أيضا في الطيف الشمسي . هذا النوع من الخطوط يدخل في عداد أبرز الخطوط الطيفية .

لا تأتي الأحرف الأبجدية في هذا الجدول متتابعة بالتسلسل ، لأن عدة تعديلات أساسية قد أُدخلت عليها خلال فترة البحث .

يشكّل لون النجم مفتاحا لمعرفة نوع طيفه . فالنجوم من أنواع **و** ، **ب** ، **أ** ، بيضاء أو بيضاء تميل الى الزرقة . **ف** ، **ج** صفراء **ك** برتقالية ، والبقية برتقالية حمراء . اما الفروع ، فتعطى بالأرقام ، وعلى هذا يصبح **ج** صفر أحرّ فروع نوع **ج** ، **وج٥** متوسطاً بين **ج** و **ك** ، **وج٩** أحرّ قليلاً من **ك** صفر (الرتبة الخاصة بطيف الشمس هي **ج٢**) .

تصنيف هرتسبرونغ - رسّل

في عام ١٩٠٨ ، وضع الفلكي الدنمركي انجار هرتسبرونغ (١٨٧٣ - ١٩٦٧) رسماً بيانياً عيّن فيه موقع النجوم حسب درجة ضيائها ونوع طيفها ، كما قام هنري رسل



(١٨٧٧ - ١٩٥٧) في الولايات المتحدة ببحوث مماثلة ، فأصبحت الرسوم البيانية التي توضع اليوم تعرف باسم رسوم هرتسبرونغ - رسّل أو رسوم **هـ - ر** البيانية (٦) . جاءت هذه الرسوم بالحقيقة غنية بالمعلومات ، ويكفي القاء نظرة عابرة على هذه الرسوم للتأكد ان النجوم ليست موزعة فيها توزيعاً عشوائياً ، مع انها لم تتوخَّ ، كما كان يظن سابقاً ، وصف تسلسل تطوري دقيق . تقع اكثر النجوم في حزام واضح الحدود ، يمتد من أعلى اليسار في الرسم الى أدنى اليمين . عرف هذا الحزام بالسلسلة الرئيسية ، واعتبرت الشمس نجماً نموذجياً فيه .

يتضح ايضاً من هذه الرسوم انه يوجد ، في عداد النجوم الحمراء والنجوم البرتقالية ، وبدرجة أدنى ، النجوم الصفراء - أي الأنواع من **ج** الى آخر السلسلة - نجوم عملاقة ونجوم قزمة . فلنأخذ مثلاً نجمين من نوع **م** ، هما منكب الجوزاء في الجوزاء وبروكسيما قنطورس التي هي أقرب النجوم الينا ، نجد أن حرارة سطحيهما تكاد تكون واحدة ، لكن هذا هو وجه الشبه الوحيد بينهما . فمنكب الجوزاء قطره متغير يتقلب بين **٤٢٠** و **٥٦٠** مليون كلم ، وهو كبير الى حد انه يتسع لاحتواء مدار الأرض بكامله ، كما يفوق جلاؤه **١٠٠٠٠** ضعف جلاء الشمس . اما قطر بروكسيما قنطورس ، فلا يبلغ مليون كلم ، ولا يتعدى ضياؤه عشرة من ألف جزء من جلاء الشمس (٧) .

التصنيفات النادرة

تقع أكثر النجوم بين **ب** و **م** من سلسلة هارفرد . للنجوم من نوع **هـ** ، المعروفة ايضاً بنجوم وولف - رايت ، حرارة سطح مرتفعة تبلغ **٨٠٠٠٠ْ س** ، وتظهر في اطيافها خطوط بث ساطعة صادرة عن جوها الغازي . هذه النجوم نادرة الوجود ، ويعرف منها فقط حوالي **١٥٠** نجماً في مجرتنا و **٥٠** نجماً في غيمة ماجلان الكبرى . ترتبط بها النجوم من نوع **و** والتي سطحها دون سطحها حرارة (حوالي **٣٥٠٠٠ْ س**) .

(٦) - لرسم هرتسبرونغ - رسّل البياني اهمية اساسية . صُنّفت النجوم في الرسم بناء على درجة ضيائها بالمقابلة مع درجة ضياء الشمس وعلى أنواع أطيافها ودرجات الحرارة على سطحها . تقع أكثر النجوم على طول حزام واضح المعالم يعرف بالسلسلة الرئيسية. تمتد السلسلة من النجوم الفائقة الحرارة من فئة **و** (١) في أعلى اليسار ، مروراً بالنجوم من فئة **ج** (٢) كالشمس ، الى الاقزام الحمراء من فئة **م** (٧) الضعيفة الضياء . في أعلى اليمين ، تقع العمالقة الحمراء العظمى (٣) وفرع العمالقة (٤) . ترى أيضاً القيفاوسيات المتغيرة (٥) ونجوم **رر** القيثارة المتغيرة (٦) . في اسفل اليسار من الرسم ، تقع الأقزام البيضاء (٨) . النجوم من فئتي **ك** و **م** مقسومة الى مجموعتي عمالقة وأقزام .

---

(٧) - تتفاوت النجوم في احجامها ودرجات حرارتها وضيائها . فالذئب **٣٥٩** (١) قزم أحمر باهت ، وابسيلون النهر (٢) أصغر من الشمس (٣) وأبرد منها ، ورجل الجبار (٤) يفوقها جلاء **٥٠٠٠٠** ضعف . الدَبَران (٥) عملاق أحمر ، وقلب العقرب (٦) أضخم عملاق أحمر معروف .

٧

١ ٢ ٣

٤

٥

٦

تطوُّر النجُوم

في السنوات الاولى من القرن العشرين، ساد الاعتقاد لدى الكثيرين من علماء الفلك ان النجوم تتطور تماما وفاقا لرسم هرتسبرونغ - رسّل البياني (٦)، بادئة نجوما بيضاء ساطعة، ومنتهية نجوما حمراء باهتة. وفاقا لهذه النظرية، يتكون النجم من تكثّف غبار وغاز موجودين في فضاء ما بين النجوم، ثم يتقلص بفعل قوى التجاذب، فترتفع الحرارة في داخله، فيأخذ بالتألق في صورة عملاق احمر ضخم منتشر من طراز م[1]. ويستمر في التقلص المقترن بارتفاع الحرارة، حتى يبلغ اعلى السلسلة الرئيسية، ثم ينحدر في السلسلة الرئيسية، الى ان يصبح قزما احمر باهتا من طراز م؛ مع الزمن



(١) - يُرى هنا سديم الوردية في صورة التقطها مرقب شميت (قطره ١٢٢ سم). في مرصد بالومار بالولايات المتحدة. يقع السديم في كوكبة وحيد القرن.

(٢) - النجوم أنواع كثيرة، ومنها ما هي أكثر ضياء من الشمس بكثير. فرجل الجبار (أ) من فئة ب ٨ مثلاً كثيف ساطع يقع في أعلى اليسار من السلسلة الرئيسية وتبلغ قوته ٤٩٠٠٠ ضعف قوة الشمس. والعملاق الأعظم قلب العقرب (ب) الذي هو من فئة م في فرع العمالقة له قطر يبلغ ٤٢٠ مليون كلم وضياء يبلغ ٣٤٠٠ ضعف ضياء الشمس. أما الدبران (ت) الذي هو من فئة ك والذي يفوق ضياؤه ٩٠ مرة ضياء الشمس، فقطره يبلغ ٦٧ مليون كلم.

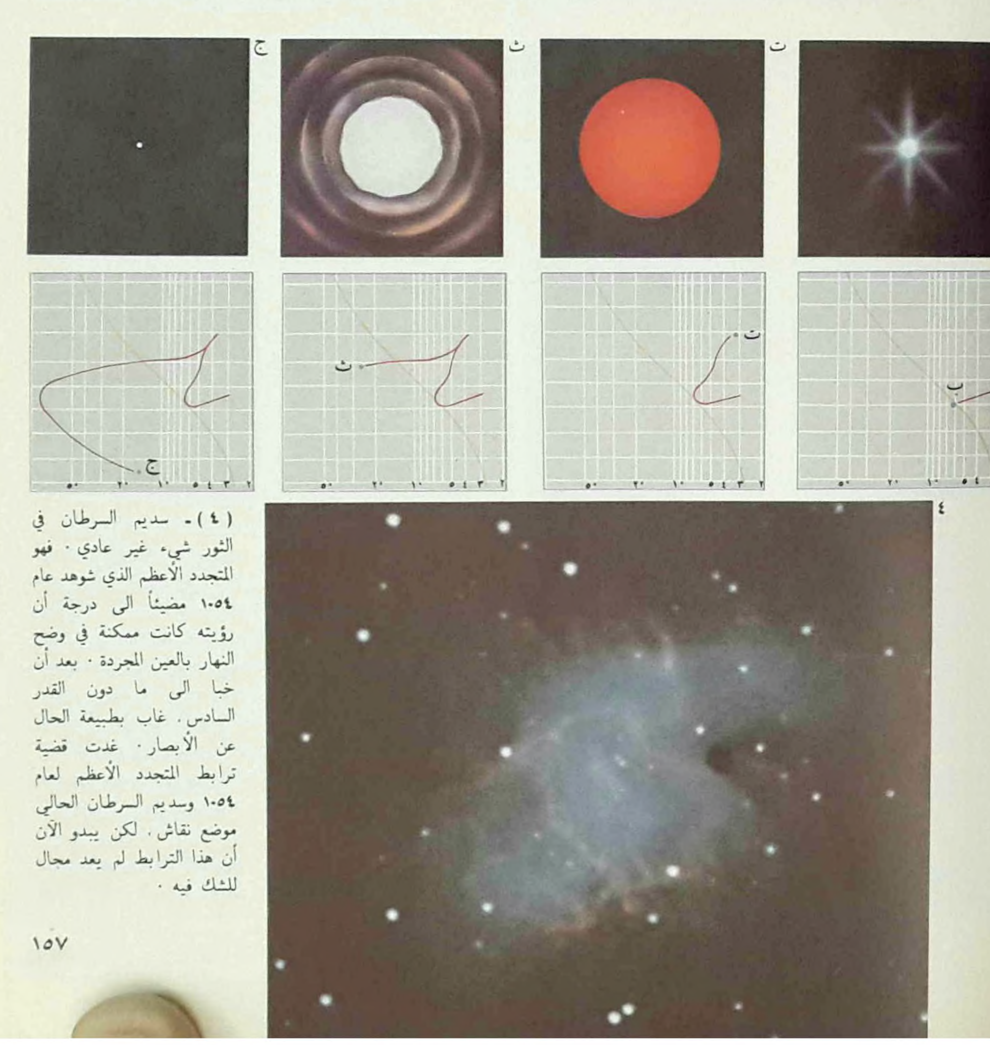
(٣) - يُرى في هذه السلسلة من الرسوم البيانية تطور نجم من النوع الشمسي. يتقلص النجم انطلاقاً من المادة المنبثة بين النجوم (أ) ثم يلتحق بالسلسلة الرئيسية (ب). بعد ١٠٠٠٠ مليون سنة تقريباً، يغادر السلسلة الرئيسية ويلتحق بفرع العمالقة (ت). فيشتد ضياؤه حتى يبلغ ١٥٠٠ مرة ضياء الشمس ويتمدد قطره حتى يبلغ ٥٠ مرة قطرها. عندئذ يصبح غير مستقر ويأخذ بتبديد مادته (ث). بعد ذلك، يتقلص فيصبح قزماً أبيض في منتهى الكثافة (ج). يشير الخط الأحمر الى مسار تطور النجم.

يتحول الى كرة باردة ميتة ·

تطور نجم ذي كتلة شمسية

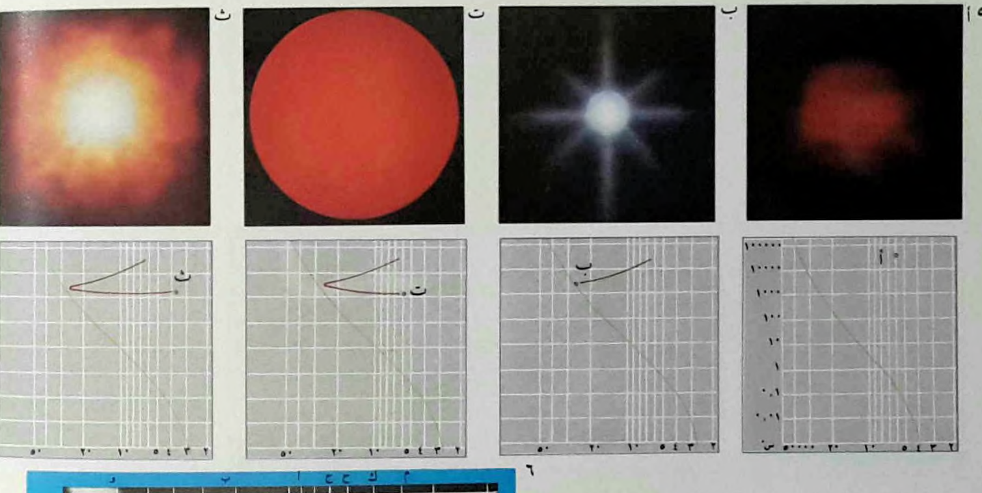
اتضح اليوم ان هذه النظرية حول التطور النجمي خاطئة تماما · فقد اصبح معلوما ان العملاق الاحمر، منكب الجوزاء مثلا، ليس نجما حديث العهد، بل هو قديم جدا استنفد القسم الاكبر من مخزون طاقته واصبح في مرحلة متقدمة من التطور؛ وان النجوم تشع نتيجة للتفاعلات النووية التي تحدث في داخلها؛ وان تسلسل تطورها يتوقف الى حد بعيد على كتلتها الاصلية عند تكوّنها من المادة السديمية: فالنجم الضخم يتطور بشكل يختلف عن تطور نجم اقل ضخامة منه · العامل المشترك الوحيد بين النجوم هو ان جميعها تستهل حياتها في سدم غازيّة، اشهر مثال لها بلا ريب هو سديم الجوزاء م ٤٢ ·

عندما يكون النجم جنينا ويأخذ



(٤) - سديم السرطان في الثور شيء غير عادي · فهو المتجدد الأعظم الذي شوهد عام ١٠٥٤ مضيئاً الى درجة أن رؤيته كانت ممكنة في وضح النهار بالعين المجردة · بعد أن خبا الى ما دون القدر السادس، غاب بطبيعة الحال عن الأبصار · غدت قضية ترابط المتجدد الأعظم لعام ١٠٥٤ وسديم السرطان الحالي موضع نقاش، لكن يبدو الآن أن هذا الترابط لم يعد مجال للشك فيه ·

بالتقلص، ترتفع حرارته. لكن لا يمكن ان تجري فيه تفاعلات نووية. اذا كانت كتلته صغيرة جدا. ولا يمكنه بالتالي ان يصل الى السلسلة الرئيسية. عوضا عن ذلك، يبقى يشع اشعاعا ضعيفا الى ان يستنفد طاقته. اما النجم الذي تقرب كتلته من كتلة الشمس (٣)، فهو، اذ يستمر في التقلص التجاذبي، يبلغ مرحلة تنتقل فيها الحرارة بالحمل من الداخل الى السطح. فيصبح تألق النجم بعد مدة قصيرة (قد لا تتعدى القرن الواحد او ما يقرب من ذلك) يفوق تألق الشمس الحالي من ١٠٠ ضعف الى ١٠٠٠ ضعف. بعد هذا الانفجار الرائع للضياء، يتابع النجم تقلصه، لكنه يبهت اكثر فأكثر كلما اقترب من السلسلة الرئيسية. بعد ذلك، تبلغ الحرارة الداخلية درجة كافية لاحداث التفاعلات النووية، فتتحد نوى الهيدروجين وتتحول الى نوى الهيليوم، ونتيجة لذلك تنقص الكتلة



٦

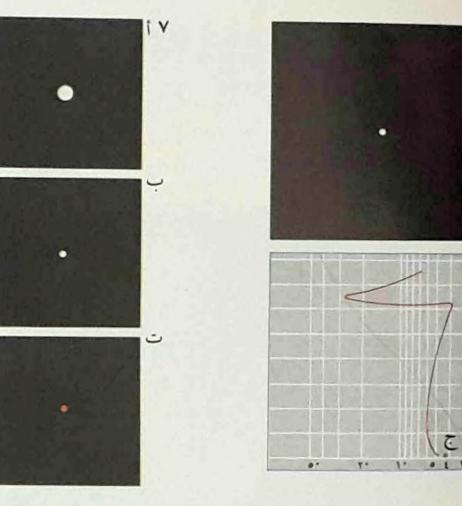
(٥) - يُرى هنا تطور نجم ضخم، أي نجم تتعدى كتلته الأساسية ثلاثة أضعاف كتلة الشمس. يتقلص النجم انطلاقاً من مادة منبثة بين النجوم (أ)، ثم يلتحق بالسلسلة الرئيسية (ب). بعد مدة أقصر بكثير من مدة نجم من نوع الشمس، ينتقل الى منطقة العمالقة في رسم هـ - ر البياني (ت)، محرقاً أولاً الهيليوم ثم العناصر التي تفوقه ثقلاً. في آخر الأمر يتعرض للانفجار كمتجدد أعظم (ث) ويفقد القسم الأكبر من مادته، محتفظاً بنجم نيوتروني أو بلسار (ج).

(٦) - يبين رسم هرتسبرونغ - رسّل البياني في شكل مبسط الفئات الرئيسية التي تنتظم فيها النجوم خلال تطورها. ترى النجوم النموذجية في فئة العمالقة (أ) وقد خرجت من

ويتحرر قسم من الطاقة ويدخل النجم في السلسلة الرئيسية ليستقر فيها مدة طويلة قد تدوم ١٠٠٠٠ مليون سنة ·

الاقزام البيضاء والاقزام السوداء

تعقب ذلك تفاعلات اخرى · لكن الطاقة النووية تنفد في آخر الامر . فينهار النجم متحولا الى قزم ابيض صغير وكثيف · بما ان الذرات التي يتألف منها تكون قد انسحقت



السلسلة الرئيسية ·(ب) · في أقصى اليسار (ت) توجد الأقزام البيضاء · تمّ حساب الضياء عمودياً في الرسم وحساب النوع الطيفي أفقياً ·

(٧) - صُنّفت نجوم السلسلة الرئيسية التي هي بحجم الشمس في فئة الأقزام لتمييزها عن نجوم فئة العمالقة · فالشمس (أ) قزم نموذجي من فئة ج في السلسلة الرئيسية · العيّوق أيضاً من فئة ج . لكنه من فرع العمالقة . يعادل ضياؤه ١٥٠ مرة ضياء الشمس · وهو يختلف كل الاختلاف عن القزم الأبيض رفيق الشعرى اليمانيّة (ب) الذي من المحتمل أن يكون قد تقلص عن مرحلة كان فيها عملاقاً . كما يختلف أيضاً عن القزم الأحمر الذئب ٣٥٩ (ت) الذي هو من أضعف النجوم المعروفة اذ لا يتعدى ضياؤه ٠٫٠٠٠٠٢ ضياء الشمس ·

وتحطمت . يصبح بوسعها ان تتكدس بحيث تصل كثافة النجم الى ١٠٠٠٠٠ ضعف كثافة الماء · بعد مدة طويلة اخرى . يفقد النجم كل حرارة وكل ضوء ويصبح قزما اسود ميتا ·

تطور النجوم الضخمة

يتطور النجم الذي تفوق كتلته كتلة الشمس (٥) بكثير تطورا سريعا جدا · فالنجم الساطع دورادوس في غيمة ماجلان الكبرى مثلا لا يستطيع الاستمرار في انتاج الطاقة على المعدل الحالي اكثر من مليون سنة . بينما لن تغادر الشمس السلسلة الرئيسية قبل ٥٠٠٠ مليون سنة اخرى على الاقل ·

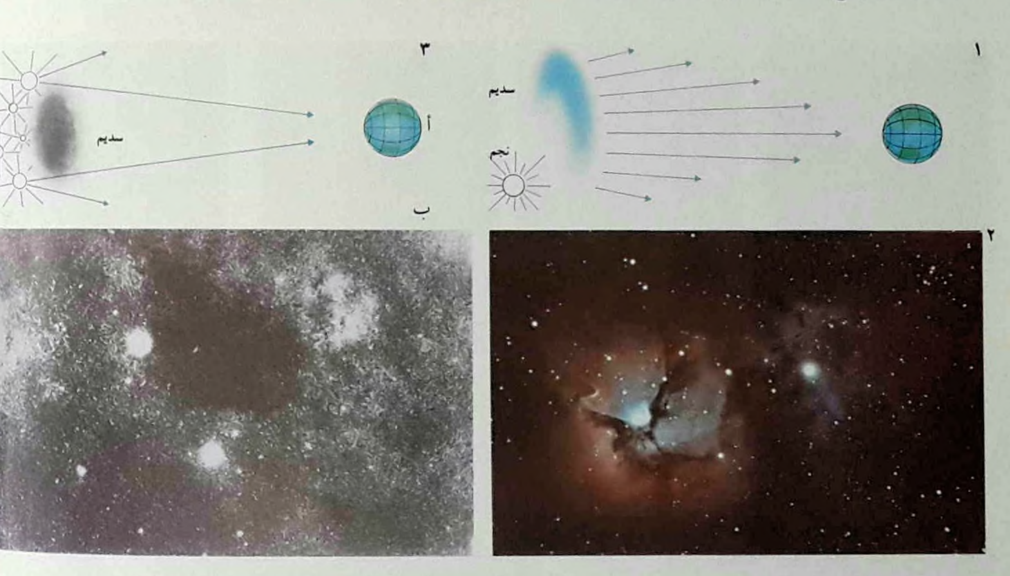
النجوم المفرطة الضخامة لا تتحول الى اقزام بيضاء · فعندما تبلغ نواتها حرارة تقرب من ٥٠٠٠ مليون درجة سنتيغراد . تحل في بنيتها تغيرات هائلة : فالنواة تنهار . ودرجة الحرارة في الطبقات الخارجية التي تكون التفاعلات النووية ما تزال جارية فيها ترتفع الى ٣٠٠ مليون درجة سنتيغراد . ثم يحدث انفجار يبث خلاله النجم من الطاقة في ثوان قليلة مقدار ما تبثّه الشمس خلال ملايين السنين . وهو يقذف بمواد الى الخارج · هذا هو ما يسمى بالتجدد الاعظم · بعدما تنتهي الاختلاجات . لا يبقى الا غيمة من الغاز المتمدد مع نجم نيوتروني او بُلسار يكون اصغر حجما حتى من قزم ابيض واكثر كثافة منه · سديم السرطان كناية عن حطام متجدد اعظم راقب الصينيون انفجاره عام ١٠٥٤ · يمثل سديم الوردية (١) ولادة نجم جديد . بينما يمثل سديم السرطان (٤) موت نجم كان رائعا في ما مضى ·

السُّدُم

السدم أنواع مختلفة ، وقد تبين ان لها أهمية قصوى في النظرية الفلكية الحديثة · انها تظهر في عدة اماكن من السماء كبقع مضيئة تبدو كضباب ساطع · وضع علماء الفلك عدة لوائح للسدم . من أشهرها اللائحة التي نشرها عام ١٧٨١ الفلكي الفرنسي شارل ميسّيه (١٧٣٠ - ١٨١٧) والتي تحتوي على اكثر من ١٠٠ سديم ·

لوائح السُّدُم

في أواخر القرن التاسع عشر ، وضع الفلكي الدنمركي يوهان دراير (١٨٥٢ - ١٩٢٦) لائحة أكمل مبنيّة على مراقبات وليم هرشل (١٧٣٨ - ١٨٢٢) وابنه جون



(١) - اذا اضاء سدم البث نجم واقع في مكان مناسب فانها تبث ضوءا تتميز به المادة المكونة منها · فبامكان نجوم من بعض الفئات المعينة ان تؤين ذرات الهيدروجين في السديم على مسافة ٥٠٠ سنة ضوئية تقريبا · أما اذا كانت حرارة النجوم المرافقة للسديم منخفضة جدا ، فلا يحدث ابتعاث منه ·

(٢) - هناك سديم بث مشهور هو الثلاثي الشعب م ٢٠ في الرامي ، وهو يُرى في هذه الصورة التي التقطها مرصد بالومار ·

(٣) - يغشّي السديم المظلم (أ) ضوء النجوم الموجودة وراءه · خير مثال على ذلك كيس الفحم (ب) في نَعيم · أما النجوم الأكثر بعدا ، فهو يحجب ضياءها كليا ، لأن الجسيمات الجامدة في السديم هي التي تمتص الضوء ، لا الغازات المنبثة في فضاء ما بين النجوم ·

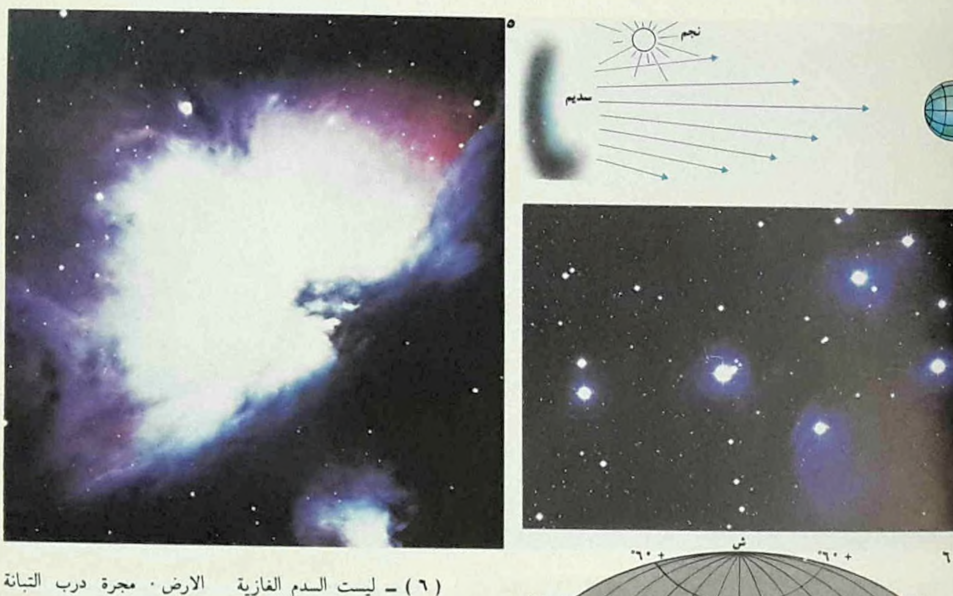
(٤) - يشع السديم (أ) عندما يعكس ضوء نجم يكون في وضع ملائم · مجموعة الثريا (ب) · في الثور مثل على سديم انعكاس ·

(٥) - من الممكن رؤية سديم الجوزاء الساطع الواقع جنوبي الحزام في « سيف الصياد » بالعين المجردة · يعود سطوعه في الدرجة الاولى الى النجم المتعدد ثيتا الجوزاء الواقع في ناحية السديم المتجهة نحو الأرض · لو لم يكن هذا النجم موجودا ، لكان السديم مظلما كسديم رأس الفرس ·

(١٧٩٢ - ١٨٧١) ومعروفة باسم « الفهرست العام الجديد » · ما تزال ارقام هذا الفهرست وأرقام ميسّيه (م) مستعملة حتى اليوم ·

قام ميسّيه بفهرسة جميع الاشياء السديمية ، انطلاقاً من العناقيد النجمية حتى السدم الغازية وما يسمى بالأنظمة ، كنظام المرأة المسلسلة الحلزوني م ٣١ ، وهي انظمة تعلم اليوم انها مجرات · اتفق علماء الفلك الآن على الاحتفاظ باسم « السديم » للغيوم الغازية او الغبارية دون سواها ، وذلك تلافياً للبلبلة ·

السدم على نوعين رئيسيين : سدم باثة وسدم عاكسة · كلا هذين النوعين يوجدان لا في مجرتنا فحسب ، بل في مجرات اخرى ايضاً · فالسديم المسمى « العنكبوت » يقع في غيمة ماجلان الكبرى ، وهو أكبر بكثير من سديم الجوزاء م ٤٢ (٨) الذي هو أشهر سديم في مجرتنا · العنصر الرئيسي في جميع



(٦) ـ ليست السدم الغازية موزعة توزيعا متساويا في جميع مناطق السماء · فهي تتمركز في مناطق السكان ١ في المجرات . تقع هذه المناطق في مستوى المجرة الرئيسي أو في أذرعها اللولبية . بينما تقع مناطق السكان ٢ في نواة المجرّة · يشكّل درب التبانة المستوى المجرّي . اذا نظر اليه من الارض · مجرة درب التبانة في المنطقة من السماء حيث توجد أكثر السدم · يبين الرسم البياني هذه المجرة (خطوط العرض المجرّية صفراء) . وفيها السدم يشار اليها بدوائر ـ سوداء لسدم الانعكاس وبيضاء لسدم البثّ ـ لا يظهر هنا الا القليل من السدم . لكن التوزيع واضح ·

السدم هو الهيدروجين . أغزر المواد في الكون قاطبة . لكن فيها أيضاً كمية وافرة من الغبار . وهو الذي يمتص ضوء النجوم ·

ضياء السدم

يتوقف ضياء السدم على وجود نجوم بالقرب منها او في داخلها ؛ فاذا كانت هذه النجوم في منتهى الحرارة . يتأين الهيدروجين في السديم ويبث من ذاته كمية من النور (١ ، ٢ ، ٥ ، ٨) · ظُنَّ في ما مضى ان بعض خطوط أطياف السدم تنم عن وجود عنصر مجهول فيها ، لكن عُلِمَ في ما بعد ان هذه الخطوط ناجمة عن عناصر مألوفة ، كالأوكسيجين ، تكونت في ظروف غير مألوفة · اما اذا كانت النجوم أقل حرارة ، فالسديم يسطع بالانعكاس (٣ ، ٤) · واذا لم تكن هناك نجوم قط ، يبقى السديم مظلماً ولا يسطع قطعاً ، ولا يمكن كشفه الا لأنه

٧


٨


(٧) ـ السديم الرئيسي في كوكبة الرامي هو م ٨ المعروف باسم سديم الهور أو اللاغون · اكتشفه عام ١٦٨٠ جون فلاستيد (١٦٤٦ ـ ١٧١٩) ، وهو يرى بسهولة بالمرقب . لأن قدره المتكامل هو ٦ · سديم م ٨ كثيف . تحتوي منطقته الوسطى على $١٠^{٢}$ الى $١٠^{٤}$ ذرة في السنتيمتر المكعب · ويقع على بعد ٤٨٥٠ سنة ضوئية عن الأرض · ترافقه مجموعة نجوم مجرّية . كما يحتوي على عدد من متغيرات ت الثور · كذلك يحتوي على بعض الكريات القاتمة التي قد تبدأ مع مرور الزمن بالاشعاع ، والتي لكل منها قطر يبلغ حوالي سنة ضوئية · فيه أيضا نجوم متوهجة . وهو فضلا عن ذلك مصدر بث اشعاعي ·

يمتص ضوء النجوم الواقعة وراءه (٣ ، ٩) . هناك سدم مجرّية مختلفة تُرى بمرقب صغير . الألوان الزاهية في الصور أدناه لا يمكن أن تراها العين . وذلك ليس لأنها غير حقيقية . بل لأنها . لضعفها المفرط . لا تؤثر في حاسة النظر .

في تصنيف اقترحه والتر باده (١٨٩٣ - ١٩٦٠) ، قسّم المناطق في مجرتنا (وفي المجرّات الاخرى) الى نوعين . سماهما « السكان ١ » و « السكان ٢ » . ففي مناطق السكان ١ (٦) ، تكثر كمية المادة المنبثة بين النجوم . وتكون أكثر النجوم ضياء حارة وبيضاء ؛ اما في مناطق السكان ٢ . فقد استُنفدت تلك المادة الى حد بعيد في عملية تكوين النجوم . وغدت أكثر النجوم ضياء عمالقة حمراء .

تكوّن النجوم

أهم ميزات مناطق السكان ١ . من الناحية النظرية . انها تبدو مناطق ما يزال تكوّن النجوم فيها مستمراً . يبدأ النجم حياته . وفاقا للآراء الشائعة . بالتكثّف انطلاقاً من المادة المنبثة بين النجوم . من الأكيد أن السدم هي مواقع لنشاط من هذا النوع . لأن مادة ما بين النجوم تكون في مناطق الفضاء الأخرى متخلخلة للغاية . فمعدل ما يحتويه فضاء ما بين النجوم في السنتيمتر المربع ذرة واحدة من هذه المادة . بينما كثافة السدم . بالرغم من تخلخلها . هي أكثر بكثير من ذلك . فسديم الجوزاء وسديم الهور (لاغون) (٧) والسديم الثلاثي الشعب (٢) هي في الواقع أمكنة تولد فيها النجوم . يصح هذا أيضاً في السدم المجرّية في أنظمة أخرى . كغيمة ماجلان الكبرى والسدم التي ترى في كوكبة المرأة المسلسلة . كذلك قد تكون الرقع القاتمة في السدم والتي تعرف بالكريات نجوماً أجنّة .

تحتوي السدم ايضاً على نجوم عديدة غير ثابتة ومتغيرة الضياء . وتعرف بالمتغيرات .

كذلك شوهدت بعض النجوم تزداد جلاء خلال سنوات معدودة . ولعل السبب في ذلك أنها تحررت من غيومها الغبارية الأولى .

٩



(٨) - سيف الجوزاء (م ٤٢) أكثر ما يلفت النظر بين السدم الغازيّة . وهو يستمد ضياءه من النجم الموجود في داخله . وهو النجم المتعدد الشهير المعروف بالمعّين المنحرف او ثيتا الجوزاء . وهو يرى هنا بوضوح .

(٩) - يقع سديم رأس الفرس في الجوزاء على مقربة من زيتا الجوزاء . وهو أبعد نجم في جنوبي الحزام . هذا السديم المظلم شبيه في الواقع برأس فرس الشطرنج . وبالامكان مشاهدته بمرقب صغير . غير أن دراسته تكون أفضل في صورة فوتوغرافية كهذه التي التقطها مرصد بالومار .

مِنَ السُّدُم الى البُلسَارات

الى وقت غير بعيد ، لم يكن معروفاً ان هناك فوارق مهمة بين أنواع السدم المختلفة . فاذا نظرنا الى سديم أوميغا في الرامي ، ثم الى سديم السرطان في الثور مثلاً ، من الممكن ان يظهرا لنا متشابهين كل التشابه . مع انهما في الواقع على الطرفين المتناقضين من تسلسل التطور النجمي . فأوميغا ، وهو سديم منتشر ، ما تزال النجوم تتولد فيه من المادة المنبثّة بين النجوم . أما سديم السرطان ، فهو حطام لمتجدد أعظم انفجر في الماضي السحيق .

السدم : مراحلها الأولى

يتصل بالنجم الفتي **ت** الثور - وهو متغير

١ ٢ ٣



٤



(١) - سديم الجوزاء ، وهو مكان ولادة نجوم ، أشهر جميع السدم الغازية . التقطت هذه الصورة له بعاكس هال (قطره ٥٠٨ سم) في مرصد بالومار في الولايات المتحدة . « الحفرة » الموجودة في الحافة الى الجهة اليمنى ناجمة عن وجود النجم المتعدد ثيتا الجوزاء الواقع بالقرب من حافة السديم المتجهة صوب الارض . ليس من شك في أن نجوماً جديدة تتكثف اليوم في السديم .

(٢) - يقع م ٥٧ ، وهو السديم الحلقي في القيثارة واشهر السدم الكوكبية ، على منتصف الطريق بين بيتا وغما القيثارة اللذين يريان بالعين المجردة . الاختلاف في الالوان ناجم عن اختلافات في درجات الحرارة . قدره المتكامل ٩٫٣ ، وبعده عن

فتيّ غير منتظم ما يزال يتقلص باتجاه السلسلة الرئيسية - سديم غاية في الطرافة اكتشفه عام ١٨٥٢ هاو انجليزي هو ج · ر · هند بمرقب كاسر قطره ١٧,٨ سم · فيما كان يبحث عن بعض النجيمات · بعد ٩ سنوات ، لوحظ ان هذا السديم قد اختفى · ثم شوهد من جديد ، وهو الآن في متناول المراقب الكبرى ، لكنه لم يعد بارزاً ، كما كان عندما اكتشفه هند · زد على ذلك ان النجم ت الثور ليس على قدر من الحرارة كاف لاحداث تفاعل في مادة السديم تجعلها تبث الضياء · مع ذلك ، فهو مصدر لاشعاعات ما تحت البنفسجي ، وليس من شك في انه مرتبط بالمادة السديمية التي تحيط به والتي منها تكوّن · هناك سدم متغيّرة اخرى ترافقها نجوم فتيّة ، منها سديم ر وحيد القرن في منطقة الجوزاء وسديم ر الاكليل الجنوبي في السماء الجنوبية ·



(٤) - اكتشف الفلكي الفرنسي ل · دي شيزو عام ١٧٤٦ سديم أوميغا م ١٧ المعروف احيانا باسم سديم النضوة ، الذي يرى بسهولة بالمنظار العادي ، على ١,٥° شمالاً و٢° شرقاً من نجم غمّا الترس البالغ قدره ٥ · يفوق هذا السديم سديم الجوزاء كثافة ، وفيه ، كالعديد من السدم المنتشرة ، مناطق ساطعة مع دلائل على وجود مناطق قاتمة ايضا فيه ، وهو يقع على تخوم كوكبتي الرامي والترس ·

(٥) - يقع السديم الغازي م ١٦ بالقرب من الحدود بين الرامي وكوكبة الترس الصغيرة المحاذية لذنب النسر · يبلغ قدر م ١٦ المتكامل ٦,٤ ، مما يجعله مرئيا بنظارات عادية ، وبعده عن الارض ٥٩٠٠ سنة ضوئية · يرى هنا السديم من خلال أمامية من النجوم في صورة اتخذت بالضوء الاحمر · تظهر فيها مناطق ساطعة ومناطق قاتمة ·

الارض ١٤٠٠ سنة ضوئية · ليس النجم الاوسط ساطعا على الاطلاق ، مع انه يُرى بوضوح · أما النجم الآخر (في اعلى اليمين) ، فهو من نجوم الخلفية ، ولا علاقة له بالسديم م ٥٧ ·

(٣) - من الغريب ان السديم الكوكبي في الدلو لا ذكر له في لائحة السدم التي وضعها مسّيه ، مع انه في الواقع أكثر جميع السدم الكوكبية سطوعا ويفوق بلا ريب سديم القيثارة الحلقي · يبلغ بعده عن الارض ٦٠٠ سنة ضوئية · نجمه المركزي ، وقدره ١٣,٣ ، يرى بوضوح في هذه الصورة التي التقطها مرقب مرصد بالومار ذي القطر ١٢٢ سم ·

هذه هي اذن سدم ما تزال النجوم تتولد فيها . على غرارها ايضاً السدم الغازية او المجرّية المألوفة . مثل م ٤٢ في الجوزاء . ففي صميم م ٤٢ مصدر لإشعاعات ما تحت الأحمر يعرف بإسم « شيء بكلين » . وهو يظل محجوباً عن الأرض من جراء المادة السديمية . قد يكون هذا « الشيء » اما نجماً حديث العهد او جرماً في منتهى القوة يربو جلاؤه على جلاء الشمس مليون مرة على الأقل . لكن ليس لدينا من سبيل لمعرفة ذلك . لأنه ليس بالامكان سوى دراسة اشعاعات ما فوق الأحمر المنطلقة منه والتي بامكانها وحدها اختراق السديم وبلوغ الأرض . مهما يكن من أمر . فأن تولد النجوم في غيمة الجوزاء ما يزال مستمراً .

السدم السيارة

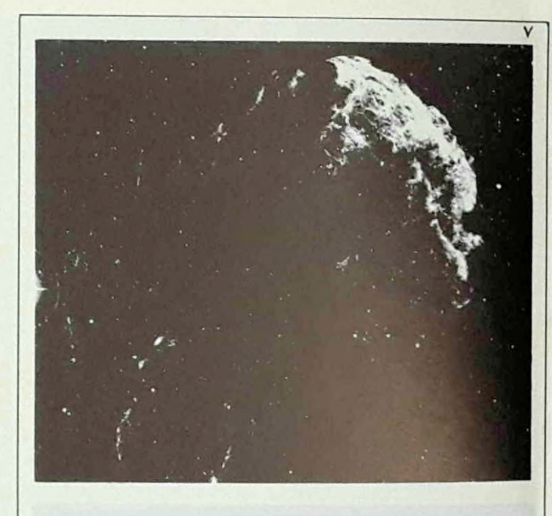
هناك سدم أخرى تمثل مراحل متأخرة

٦



(٦) - قد يكون سديم البرقع في الدجاجة - المدعو احيانا الطخرور - حطام متجدد اعظم . تبيّن الصورة التي التقطها كاسر شمتْ (قطره ١٢٢ سم) في مرصد بالومار الشكل المقوس الذي لا يخلو من المغزى . يبعد السديم عنا مسافة ٢٥٠٠٠ سنة ضوئية . وقد حسب . بالاستناد الى حركات الغاز فيه . أن انفجار المتجدد الاعظم قد حصل قبل ٥٠٠٠٠ سنة . وان سديم البرقع سيفقد ضياءه بعد ٢٥٠٠٠ سنة .

في التطور النجمي . منها خصوصاً السدم المدعوة السدم السيارة . وهي تبدو بشكل أقراص او حلقات صغيرة باهتة لا تختلف كثيراً عن اقراص الكواكب السيارة وحلقاتها . هذه السدم . كالسدم المنتشرة . غازيّة . لكنها بالحقيقة ليست كواكب سيارة ولا سدماً . لذلك كان اسمها الشائع . « السدم السيارة » . غير مناسب . أشهرها السديم الحلقي **م ٥٧** في القيثارة **(٢)** الذي اكتشف عام **١٧٧٩** .



(٧) - من المرجح ان يكون هذا السديم الغازي في التوأمين مرتبطاً بنجم ميت . لأن فيه ما يوحي بأنه حطام متجدد أعظم منفجر . هناك سدم أخرى هي أمكنة لولادة نجوم .

وهو يتألف من نجم مركزي يحيط به غلاف غازي كروي الشكل في منتهى الرقة . اذا نظر اليه بامعان يرى على حافته من المادة المتوهجة اكثر مما يرى منها في الوسط . وهذا ما يجعله شبيهاً بالحلقة . يبلغ قطره سنة ضوئية واحدة تقريباً . لكن الغاز المحيط به في غاية التخلخل . وهو دون كثافة الهواء في مستوى البحر بملايين المرار .

جميع السدم السيارة آخذة بالتمدد . ومن الصعب ان يكون عمرها أكثر من عشرات آلاف السنين . بناء على بعض التقديرات . يعتقد أنه اذا كان الغلاف الغازي للسديم صادراً عن نجم قديم لفظه - وهذا معقول ان يحصل - فمادته لن تظل مشعة أكثر من **١٠٠٠٠٠** سنة او ما يقرب من ذلك .

المتجددات العظمى والبلسارات

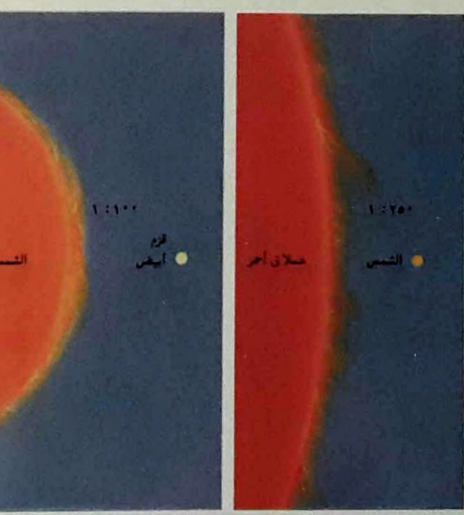
أخيراً . هناك سدم تمثل النتيجة النهائية للتطور النجمي . سديم السرطان أشهر مثل لها معروف . وهناك سدم غيره . لكنها جميعاً تقريباً أقدم منه . لذلك لا تبدو أشكالها واضحة . (في أية حال . يبدو سديم السرطان مع بلساره المركزي الفريد شيئاً نادراً) . في سديم البرقع **(٦)** . للمادة المضيئة في كوكبة الدجاجة شكل مقوّس واضح . وكل الإمارات الأخرى تشير الى ان هذا السديم هو حطام متجدد أعظم انفجر في أزمنة ما قبل التاريخ . معدل تمدده الآن يبلغ **١٢٠** كلم في الثانية . هناك اذن تسلسل كامل في تطور السدم . يبدأ بالسدم من فئة **ت** الثور التي ترافقها ولادة نجوم . وينتهي بحطام نجمية لمتجددات عظمى انفجرت في الماضي السحيق .

البُلسارات والفجوات السوداء

لتفسير طبيعة فجوة سوداء، لا بد من دراسة التطور النجمي (١) · فنجم من حجم الشمس، مثلا، هو في حالة تقلص مستمر سيؤدي به الى السلسلة الرئيسية؛ عندما تبلغ حرارته المركزية درجة كافية من الارتفاع، تبدأ التفاعلات النووية فيه؛ بعد نفاذ «الوقود» المتوافر لديه، يأخذ في التضخم حتى يصبح عملاقا احمر؛ بعد ذلك، ينهار، متحولا الى قزم ابيض ·

اما النجم الذي يفوق الشمس حجما، فهو يتصرف على خلاف ذلك · فعند نفاذ مخزوناته النووية، ينفجر متجددا اعظم، خاتما حياته النيّرة نجما نيوترونيا او بُلسارا داخل غيمة متمددة من الغاز ·

١





(١) - ترى هنا الاحجام النسبية لنجم عملاق وللشمس ولقزم ابيض ولنجم نيوتروني ولفجوة سوداء · النسب معطاة لكل رسم بياني، وعلى هذا يكون قطر الشمس ماويا تقريبا ١٠٠ ضعف قطر قزم ابيض، وكتلة النجم النيوتروني ماوية لكتلة الشمس ·

(٢) - يتغير اشعاع البُلسارات دوما · فاللون الاحمر في الرسم البياني يشير الى طرفي المحور المغنطيسي للبُلسار · عندما يدور البُلسار، تتغير قوة الاشارة وفاقا لوضع المحور · فعندما يواجه احد طرفيه الارض (١)، تكون الشدة في اقصاها، وعندما يواجه الطرف الآخر الارض (٢) تكون الشدة في ادناها ·

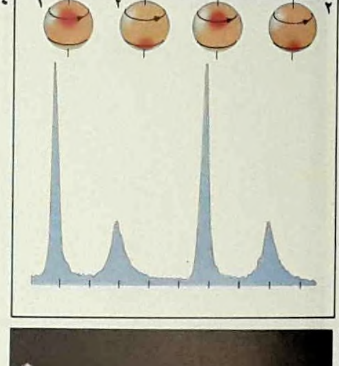
(٣) - لبُلسار سديم السرطان اهمية فائقة لعلماء الفلك، لأنه كان حتى الآن واحدا من البُلسارين الوحيدين اللذين تم التعرف اليهما بواسطة آلة بصرية · التقط هاتين الصورتين عاكس قطره ٣٠٥ سم في مرصد ليك بكليفورنيا · يمكن مشاهدة البُلسار في (أ)، اما في (ب)، فيكاد لا يُرى · لا يتعدى دور نبضاته كلّه ٣٣ ملّيثانية · من المسلّم به اليوم اجمالا ان البُلسارات هي في الواقع نجوم نيوترونية ·

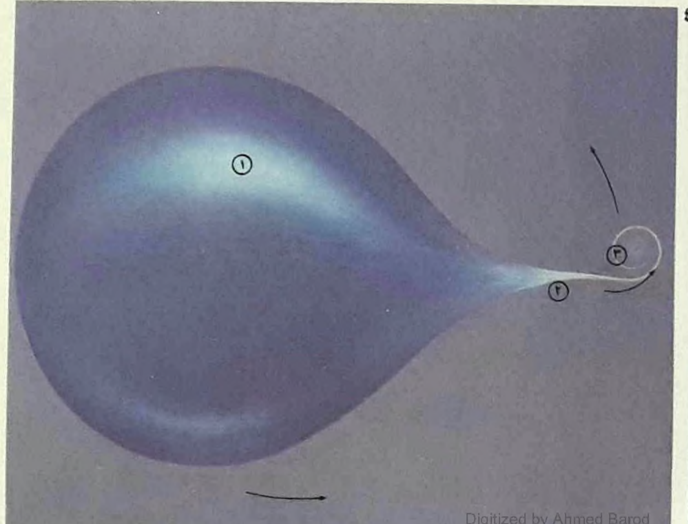
(٤) - يعتقد ان الرفيق لعملاق اعظم (أ) في مزدوج، عندما يكون فجوة سوداء (٣)، يسحب من العملاق شيئا من مادته (٢) · قبل حصول ذلك تكون المادة قد انضغطت فتبثّ اشعة سينية قوية · قد يكون الرفيق غير المنظور في الدجاجة فجوة سوداء قطرها ١٠٠ كلم تقريبا، اما العملاق الاعظم فيفوق قطره هذا القدر ٣٠٠ ٠٠٠ ضعف ·

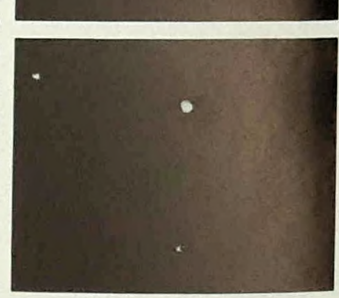
من القزم الابيض الى الفجوة السوداء

في القزم الابيض ، تكون الذرات مسحوقة ومحطمة ومتراصّة بشكل لا يترك الا القليل من الفراغ . اما في النجم النيوتروني ، فالمجال الجاذبي يكون قويا الى درجة انه يحتّم على البروتونات والإلكترونات ان تتّحد معا لتكوين نيوترونات ، بحيث تصبح كثافة المادة في النجم النيوتروني كثافة قزم ابيض .

عندما ينهار نجم كثيف ، قد يمر بكثافات شبيهة بكثافة القزم الابيض وكثافة النجم النيوتروني ، لكنه يتابع تقلصه ، مزدادا صغرا وكثافة حتى يبلغ حالة من الانهيار التجاذبي يستحيل فيها توقفه عن التقلص . في تلك الحالة ، لا يتمكن الضوء من الافلات منه الا بصعوبة ، ثم ما يبرح الجرم متقلصا حتى يبلغ ما يعرف بالدرجة الحرجة ، وهي النقطة التي يصبح عندها مجال الجاذبية قويا الى حد ان الضوء ذاته يصبح عاجزا عن







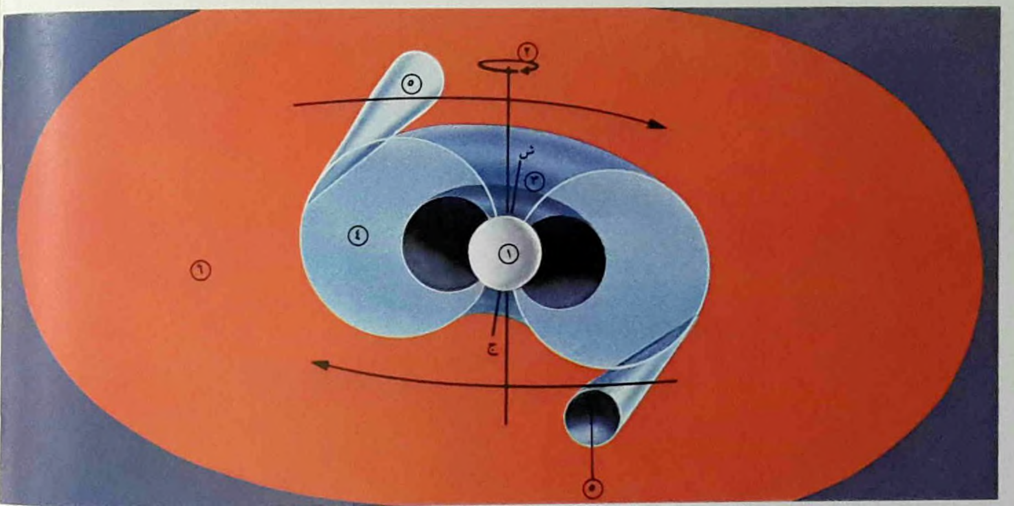


(٥) - « افق الحدث » هو حدود الفجوة السوداء (المنطقة السوداء) . هنا ترى بعض مصادر الضوء ، مع موقع كل ضوء بُعَيدْ بثّه (الدوائر البيضاء) . فيبان كيف تثني الجاذبية الضوء عندما « يسقط » في الفجوة السوداء .

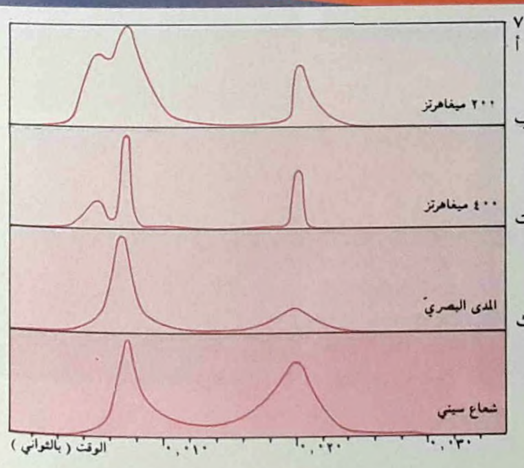
الافلات منه . عندئذ يدخل النجم في ما يمكن تسميته « المنطقة المحرّمة » ، وهي التي لا يمكن ان يخرج منها اي شيء . هذه هي الفجوة السوداء ، وهي منطقة تعمل بمثابة مركز للتجارب التثاقلي .

التنقيب عن الفجوات السوداء

الانظمة الثنائية هي خير الامكنة التي يمكن العثور فيها على فجوات سوداء . فبالقرب من العيّوق ، النجم الاصفر الساطع ، يقع مثلّث صغير من النجوم يعرف شعبيا باسم الجداء . في رأس المثلث ، يقع ابسيلون ممسك الأعنّة الذي يرى دائما بوضوح بالعين المجردة . على الرغم من عدم سطوعه . في عام ١٨٢١ ، تبيّن ان ابسيلون هذا متغير . يتأرجح قدره بين ٣,٣ و ٤,٢ . ثم اكتشف انه ثنائي ، وانه ينكسف كسوفا غير عادي ، اذ انه لا ينكسف الا مرة كل ٢٧ سنة ويدوم كسوفه



(٦) ـ عندما اكتشفت البلسارات . ظنّ ان الاشارات المنطلقة منها قد تكون آتية من اقزام بيضاء اثناء دورانها على ذاتها . من الثابت اليوم ان البلسار نجم نيوتروني (١) لا يتطابق محور دورانه (٢) مع المحور المغنطيسي (٣) . بالقرب من النجم . تدور البلازما (٤) . مرسلة موجات اشعاعية حزما حزما (٥) . اما ابعد من ذلك ، فتكون البلازما ساكنة (٦) . من المسلّم به اليوم ان المجال المغنطيسي يولّد النبضات .



(٧) ـ يبثّ بلسار السرطان اشعاعات من جميع اطوال الموجات . يرى هنا دور النبض بموجة طولها ٢٠٠ ميغاهرتز في المجال الاشعاعي أ و ٤٠٠ ميغاهرتز (ب) في المجال البصري (ت) ومجال الاشعة السينية (ث) . لحزمة الاشعاعات ميزات متشابهة في الطيف الكهرطيسي بكامله .

اكثر من ٧٠٠ يوم ·

في هذا الثنائي ، اكثر العضوين ضياء هو عملاق اعظم اصفر فائق الضياء . تبلغ قوته ٦٠٬٠٠٠ ضعف قوة الشمس . اما رفيقه الضعيف الذي يسبب الكسوف ، فهو لم يُر قط . ولا تنبعث منه سوى اشعاعات ما تحت الاحمر . وبقي جميع علماء الفلك الى زمن غير بعيد يعتقدون انه نجم ضخم بارد تكثّف من المادة المنبثّة بين النجوم وما يزال يتقلص . وان حرارته ليست كافية لتمكّنه من السطوع بالطاقة النووية · لكن هناك من يعتقد اليوم ان هذا العضو قد يكون مجرد فجوة سوداء ·

اذا كان لهذا العضو ، كما يقال ، كتلة تساوي ٢٣ ضعفا كتلة الشمس . وهذا كثير في المقاييس النجمية ؛ وجب ان يكون منيرا . مع انه ليس منيرا في الواقع · لهذا ، رأى الفلكيان الامريكيان أ·ج·و· كامرون و ر· ستوثرز . انه ليس سوى فجوة سوداء تحيط بها غيمة من جسيمات صلبة تدور لولبيا حول الحد الحَرِج - او « افق الحدث » كما يسمى - (٥) - وتبثّ اشعاعات ما تحت الأحمر التي نلتقطها على الأرض ، وان هذه الجسيمات ، بعد مرور الوقت الكافي ، ستجتاز « أفق الحدث » وتدخل في صميم الفجوة السوداء التي لن تخرج منها أبداً ·

مصادر الاشعة السينية

لنجم عملاق في الدجاجة رفيق تصدر عنه اشعة سينية ، من المحتمل ان يكون هو ايضا فجوة سوداء ·

من المعروف ان علم فلك الاشعة السينية حديث العهد ، لأنه يقتضي ارسال معدات الى ما فوق طبقات الهواء الحاجبة . وتقناته لم تظهر قبل الستينات · بالرغم من ذلك ، عثر حتى الآن على العديد من مصادر الاشعة السينية . احدها سديم السرطان (٨) ·

معظم مصادر الاشعة السينية موجودة في مجرّتنا ، وتقع قريبا من مستوي درب التبانة الرئيسي · لكن كان هناك مجرّات أخرى تنطلق منها ايضا اشعة سينية ، في مقدمتها النظام الضخم في العذراء م ٨٧ ·

٨



(٨) - سديم السرطان حطام متجدد اعظم . لوحظ عام ١٠٥٤ · انه يحتوي على بلسار يبعد عنا مسافة ٦٠٠٠ سنة ضوئية . ويقال عنه انه « محطة توليد الطاقة » في السرطان ·

النجوم المزدوجة

في الكون، فضلا عن النجوم المنفردة كالشمس، نجوم مزدوجة واخرى اعضاء في انظمة معقّدة.

هذه النجوم المزدوجة شائعة الى حد يدعو الى الدهشة، لكنها ليست دائما تماما كما تبدو. فبعضها ثنائي بالحقيقة، اي هي انظمة متحدة فيزيائيا، بينما غيرها تبدو متحدة وهما، نتيجة لتأثير خط الرؤية.

النجوم الثنائية وبنيتها

كان يظن في الماضي ان جميع النجوم المزدوجة وهمية ناتجة فقط عن تأثير خط الرؤية، ولم تكتشف المزدوجات الحقيقية قبل المراقبات التي اجراها عام ١٧٩٣ وليم هرشل

(١) - ألفا وبيتا الظلمان هما المؤشران الى نعيم. لكن بعدهما الى الجنوب يحول دون رؤيتهما من أوربا.

(٢) - ألفا الظلمان نجم ثلاثي يرى من خلال مرقب.

(٣) - ليست كوكبة الجاثي كوكبة ساطعة. لكنها تحتوي على ثلاثة أشكال طريفة، المجموعة الكروية م ١٣ والثنائيين رأس الجاثي وزيتا.

(٤) - ألفا الجاثي عملاق أحمر (قدره ٣ ـ ٤). أما رفيقه فأخضر.

(٥) - زيتا الجاثي مزدوج. نجماه غير متساويين (قدر أحدهما ٣,١ وقدره الثاني ٥,٦).

(٦) - يظهر في الجوزاء (أ، ب) نجمان ساطعان، هما منكب الجوزاء ورجل الجبار. رجل الجبار هو أحد النجوم العديدة المزدوجة في الجوزاء التي تحتوي أيضا على السديم م ٤٢ الذي يُرى بالعين المجردة.

(٧) - يقع النجم المتعدد ثيتا الجوزاء الملقب بالمعيّن المنحرف في الجزء الخارجي من السديم الكبير. جميع النجوم التي يتألف منها هي من الطراز الطيفي أ ومن المحتمل أن تكون من أصل واحد. رؤيتها ممكنة بمرقب صغير.

(٨) - الدجاجة من أغنى الكوكبات بالنجوم قاطبة، لأنها تقع في درب التبانة. نجمها الرئيسي، ذنب الدجاجة، عملاق ساطع جدا. تتخذ الكوكبة شكل صليب، لكن التماثل مفقود بسبب منقار الدجاجة (بيتا الدجاجة). وهو نجم مزدوج، العضو الرئيسي فيه أصفر ورفيقه مائل الى الخضرة.

(٩) - النجم الرئيسي الاصفر الذهبي في بيتا الدجاجة هو من طراز ك وقدره المطلق - ٢,٢. رفيقه من القدر ٥,٤، وعلى الرغم من الفجوة الكبيرة بينهما فهما يشكلان نجما ثنائيا.

(١٠) - تحتوي كوكبة فرساوس على بعض النجوم الساطعة. ولها شكل متميز. يقع الغول في القسم الجنوبي من الكوكبة. وله، على كل من جنبيه، نجم أقل ضياء منه بكثير (كبَا و رو).

(١١) - يحتوي نظام الغول الثنائي على نجم صغير ساطع من فئة ب ٨ (أصفر) ونجم كبير أقل منه ضياء من فئة ك (برتقالي). عندما يمر النجم الساطع أمام النجم الخافت (١) ويكسفه. ينخفض الضوء قليلا، وعندما يلمع النجمان (٢، ٤) يظل النور ثابتا. ويحصل الحد

(١٧٣٨ - ١٨٢٢) . في نظام ثنائي ، يدور الرفيقان حول مركز ثقلهما المشترك ، وتكون مدة الدوران ، لبعض الازواج ، قصيرة - لا تتعدّى في الحالات الدنيا ٢٠ دقيقة - بينما تكون لغيرها طويلة .

يتألف غمّا العذراء ، على مقربة من السنبلة ، من نجمين متساويين كليا ، مدة دورانهما ١٨٠ سنة . زاوية انفصالهما هي اليوم دون ما كانت عليه في وقت سابق من هذا القرن ، لأنهما ما يزالان يقتربان الواحد من الآخر في اتجاه خط رؤية واحد .

المئزر ورفيقه الخوّار في الدب الأكبر يشكّلان معا مزدوجا تسهل رؤيته ، وكان في الواقع اول مزدوج اكتشفه المرقب . انه مؤلف ، كألفا الظلمان ، من نجمين مختلفين ، قدر احدهما ٢,٤ وقدر الثاني ٣,٨ .

لبعض المزدوجات ، كغمّا الحمل ، طيف

٦ أ منكب الجوزاء ب

الجوزاء

رجل الجبّار

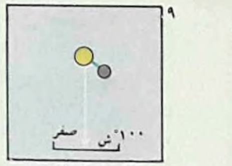
٧

ش

٨ ذنب الدجاجة

الدجاجة

منقار الدجاجة • بيتا



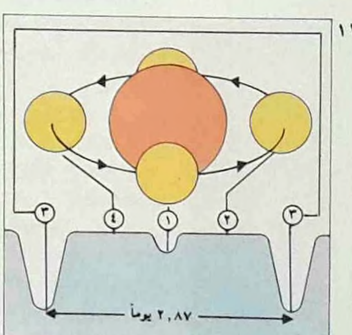
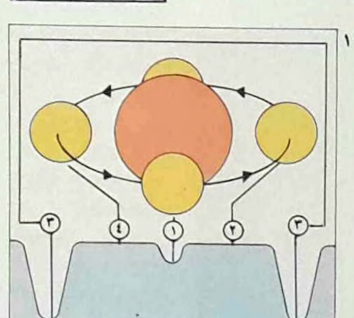
١٠

كبّا

الجبّار

الغول • بيتا

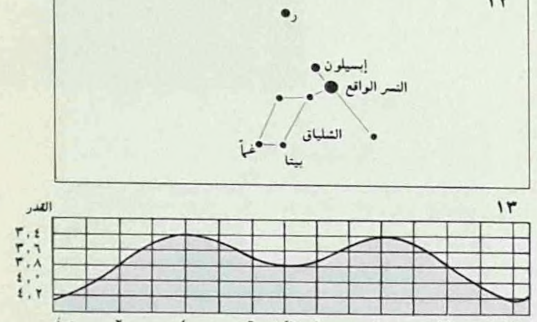
• رو

الأدنى من الضوء عندما يمر النجم الخافت أمام النجم الساطع (٣) ويكسفه .

(١٢) - يقع النسر الواقع ، وهو نجم أزرق ساطع يبعد عنا مسافة ٢٦ سنة ضوئية ، في كوكبة القيثارة الصغيرة . يفوق ضياء النسر الواقع ضياء الشمس خمسين ضعفاً ، ويظهر مهيمنا على المنطقة بكاملها . بالقرب منه يقع النجم الرباعي ابسيلون القيثارة ونجم نصف متغير أحمر هو ر القيثارة . يشكل النجم الثنائي بيتا القيثارة مع جاره غمّا القيثارة مزدوجاً من القدر الثالث .

(١٣) - النجمان اللذان يشكلان بيتا القيثارة متقاربان الى حد أنهما يكادان يتماسان ، مع أنهما لا يُريان منفصلين ، وأن غيوماً غازية معقدة تحيط بهما . فمن المعروف ان لهما شكل بيضة بسبب تقاربهما . بعكس الغول ، يتغير بيتا القيثارة باستمرار ، وله حدان أدنيان من القدر يتعاقبان ، أحدهما ٣,٨ والثاني ٤,٣ .

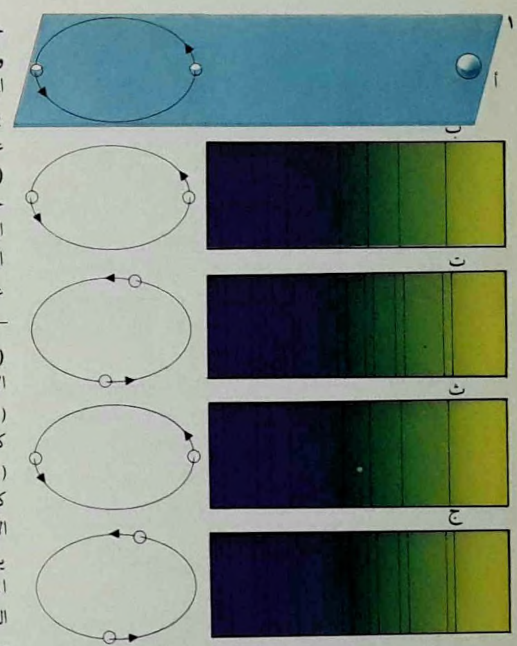


واحد لكلا الفريقين . لكن ثمة مزدوجات تتميز بتباين الوانها الجميلة . فلقلب العقرب ، النجم الساطع الاحمر في العقرب ، رفيق اخضر باهت . وهذه هي ايضا حال العملاق الاحمر ألفا الجاثي (٣ ، ٤) . لكن لعل خير مثال على ذلك بيتا الدجاجة (٨ ، ٩) او منقار الدجاجة المؤلف من رفيق رئيسي اصفر ذهبي ورفيق ثانوي ازرق مخضرّ .

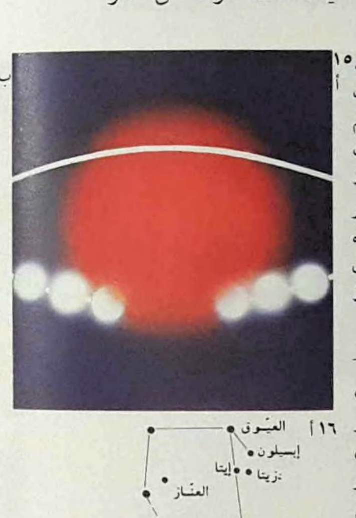
المزدوجات المطيافية والمزدوجات ذوات الكسوف

اذا كانت المسافة بين الرفيقين قصيرة ، يبدو المزدوج واحدا . مع ذلك ، يمكن بواسطة المطياف (١٤) ، ملاحظة دوران الرفيقين حول محورهما المشترك منفصلين . النجم الاكثر سطوعا في المئزر هو نظام ثنائي مطيافي .

ذلك ان هناك ايضا انظمة مؤلفة من اكثر



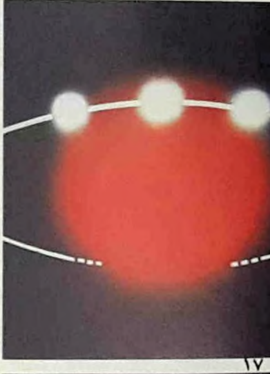
(١٤)- يقوم تحليل الثنائي المطيافي على الافتراض أن النجمين متعادلان بالكتلة ، وأنهما يدوران بالتالي في مدار دائري حول مركز ثقلهما المشترك (أ) ، وان الارض ، الواقعة على بعد عدة سنوات ضوئية عنهما ، تكون في مستوى مدارهما . قد يتحرك النجمان اولا عموديا بالنسبة الى خط الرؤية من الارض (ب) ، ثم يتحرك النجم الادنى باتجاه الارض . فتنتقل خطوط طيفه نحو اللون الازرق . (أو البنفسجي) ، أما النجم الأعلى ، فيبتعد وتتحول خطوطه باتجاه الأحمر . وتبدو الخطوط في الطيف الموحد مزدوجة (ت) ، ثم يعود النجمان الى التحرك عموديا فتزدوج الخطوط (ث) من جديد وتغير حركتها . لكن بالاتجاه المعاكس (ج) . يدل الازدواج الدوري للخطوط على أن النجم ثنائي .



(١٥)- يتألف زيتا ممسك الاعنّة من عملاق أعظم أحمر (فئته ك ٩ وقطره ٢٩٠ مليون كلم) ومن نجم أبيض حار (فئته ب ٧ وقطره ٤ ملايين كلم) . عندما ينكسف النجم الأبيض (أ) (كل ٩٧٢ يوماً) ، يبقى مشعا طيلة ٣ اسابيع من خلال طبقات العملاق الخارجية الرقيقة ، محدثاً تغيرات طيفية مهمة . لكن عندما يمر النجم الأبيض أمام العملاق الأعظم (ب) ويكسفه ، لا يظهر نقص في الضوء ذو شأن .

(١٦)- يسيطر على شكل ممسك الأعنة (أ) العيّوق الأصفر الساطع . يقع

من نجمين · فالمزدوج الفا الظلمان ، مثلا ، وهو اقرب جميع النجوم الساطعة الينا ، والمؤلف من نجمين غير متساويين (قدراهما ٠،٠ و ٧ ، ١) وتدوم مدة دورانه المحوري ٨٠ سنة ، يرافقه عن كثب نجم بروكسيما الظلمان ، جاعلا منه نجما ثلاثيا · بروكسيما الظلمان هو اقرب نجم الى الارض ، لكنه دون ألفا الظلمان ضياء بكثير · اما ابسيلون القيثارة بالقرب من النسر الواقع ، فهو مثال



الثنائيان اللذان يعتريهما الكسوف ، ابسيلون وزيتا ممسك الأعنة ، في المثلث الصغير القريب من العيّوق ، لكنهما ليسا نجمين متحدين اتحادا حقيقياً · بعكس الكثير من النجوم الثنائية ، تظل رؤيتهما بالعين المجردة ممكنة باستمرار (ب) · العضو الثالث من المثلث ، وهو ايتا ممسك الأعنّة (قدره ٤) ، نجم مفيد للمقارنة ·



(١٧) - الثنائيات القزمة المتجددة من نوع يو التوأمين هي ثنائيات متقاربة ، يكون أحد نجميهما عضوا في السلسلة الرئيسية والثاني قزماً أبيض · يقذف النجم الأكبر (أ) نحو القزم الأبيض (ب) دفقا من المادة يخترق غلافه الغازي فيحدث بقعة (ت) تفوق النجمين ذاتهما ضياء · وتحدث تغيرات في هذا الدفق تقلبات سريعة في الضياء لا يمكن اكتشافها الا بالآلات الالكترونية · تحدث أيضاً في القزم الأبيض ثورانات دورية ·

على مزدوج فسيح ، كل من نجميه مزدوج بدوره · كذلك رأس افلّون في التوأمين ، الذي هو نظام سداسي ، يتألف من مزدوجين مطيافيين ورفيق دونهما ضياء هو ايضا مزدوج ·

قد يحدث ، خلال دوران نجمين في نظام ثنائي ، ان يمر احدهما وراء الآخر جزئيا او كليا · عندما يحصل ذلك ، يتضاءل الضوء المرئي من الأرض ، ويبدو النجم وكأنه « يغمز غمزة » طويلة بطيئة ، فيكون عندئذ مكسوفا · النجم النموذجي لهذه المزدوجات ذات الكسوف هو الغول (بيتا الجبار) (١١ ، ١٢) ، الذي يكسف مرة كل ٢٫٨٧ يوما ويتدنى قدره من ٢٫٢ الى ٣٫٥ · يدوم قدره الادنى ٢٠ دقيقة ، ويستغرق الخبو مع العودة الى الوضع السليم خمس ساعات ·

اهمية النجوم الثنائية

كان يُظنّ في ما مضى ان الانظمة الثنائية تنجم عن انشطار نجم واحد نتيجة لدوران سريع يفقده استقراره · اما اليوم فيُرَجَّح ان يكون الرفيقان في النجوم الثنائية قد تكوّنا كل على حدة ، لكن في منطقة واحدة من الفضاء وفي وقت واحد ·

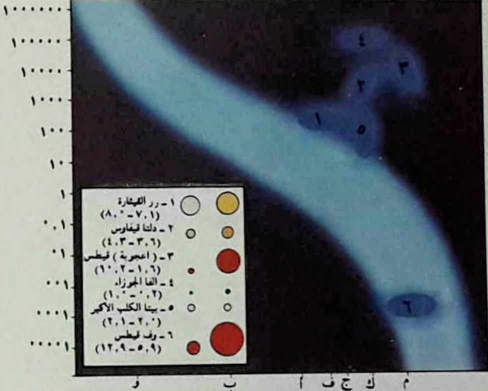
تسهم النجوم الثنائية اسهاما مهما في معارفنا الفلكية · من الصعب قياس كتلة نجم بمفرده ، لكن مراقبة الحركات المدارية للرفيق تسهل على علماء الفلك من تقدير الكتلة المشتركة للأنظمة الثنائية · كذلك تتيح لهم الثنائيات مناسبات لتحصيل معلومات اضافية : فدراسة منحنيات ضوئها تمكّن من تقدير قطر النجوم المؤلفة منها ·

النجوم النابضة

النجوم النابضة متغيرات يتضاءل ضياؤها مع الوقت نتيجة لادوار من التمدد والتقلص تمرّ فيها • قد تكون هذه الأدوار منتظمة أو غير منتظمة ، وهي تمتد على فترات تتراوح بين دقائق معدودة وقرون عديدة • منذ بدء القرون الحديثة ، ما انفك علماء الفلك قط عن البحث عن متغيرات جديدة ودراستها (٢ ، ٩) •

لدلتا قيفاوس (١٠) ، الواقع في اقاصي شمالي السماء ، قدر صغير يتأرجح بين ٣,٦ و ٤,٣ ، بحيث لا يظهر ابداً واضحاً تماماً • كما لا يبلغ درجة من الضعف تحول دون رؤيته بالعين المجردة • مدته ـ أي الوقت الذي ينقضي بين كل من حدوده العليا ـ ٥

١



٢



(١) ـ يعطي رسم هرتسبرونغ ـ رسّل البياني ضياء النجم (أو قدره المطلق) بالنسبة الى نوع طيفه • تظهر هنا الانواع الرئيسية للنجوم النابضة ، ر ر القيثارة (١) ، القيفاوسات (٢) ، النجوم من طراز الاعجوبة الطويلة المدة (٣) ، المتغيرات الحمراء (٤) ، المتغيّرات من طراز بيتا الكلب الأكبر (٥) ، النجوم المتوهجة (٦) . يعطي المربع الداخلي تغيرات قدر الاعضاء الرئيسية لكل نوع من الحد الادنى الى الحد الاقصى • القيفاوسات تمثل مرحلة طيفية بدائية من المعتقد ان نجوماً عديدة تمرّ فيها •

---

(٢) ـ هذا هو المرقب الكاسر الذي كان أولاً في البيرو ، وهو اليوم في جنوبي افريقيا ، وقد استعمل للحصول على صور فوتوغرافية لغيمة ماجلان الصغرى التي مكّنت هنريتا ليفيت (١٨٦٨ ـ ١٩٢١) من اقامة العلاقة بين مدة القيفاوسات وضيائها •

(٣) ـ يقارن هنا حجم الاعجوبة مع حجم الشمس • يربو حجمها كحجم جميع العمالقة الحمراء ، على ١٦٠ مليون كلم ، ويتغير هذا الحجم عندما يتغير مردود الطاقة •

---

(٤) ـ تتميز القيفاوسات المتغيرة بانتظامها • فدلتا قيفاوس لها مدة تبلغ ٥,٣ أيام (أ) • بالمقارنة معها ، تبلغ مدة القيفاوسة المتغيرة الجنوبية كبّا الطاووس ٩,١ أيام (ب) • ليست اشكال منحني النجمين واحدة • من القيفاوسات المشهورة ايضاً زيتا التوأمين (١٠,٢ أيام) وايتا النسر (٧,١٧ أيام) •

---

(٥) ـ لنجوم رر القيثارة ، التي كانت تدعى في ما مضى المجموعات القيفاوسية ، مدد أقصر من مدد القيفاوسات العادية ، لكن لجميعها تقريباً ضياء واحداً •

---

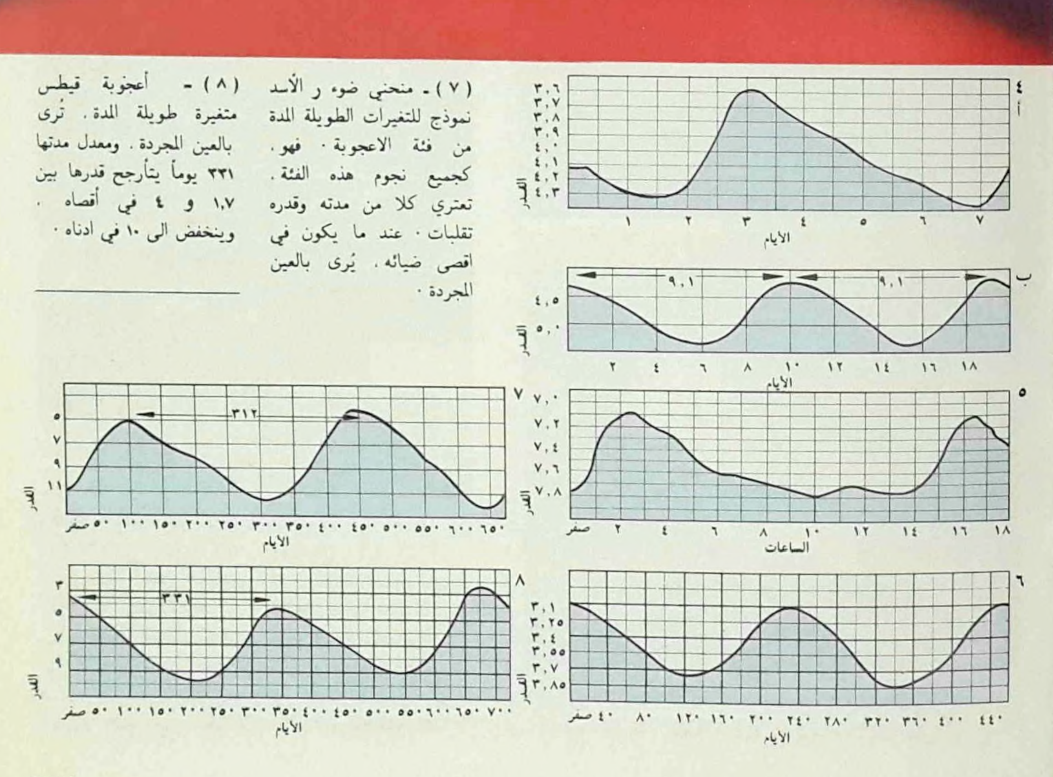
(٦) ـ ايتا التوأمين نجم متغيّر نصف منتظم ، مدى قدره قصير ومدته غير ثابتة ، وتقلبات ضيائه طفيفة •

أيام و ٦ ساعات و ٤٥ دقيقة . وهو في غاية الانتظام . بحيث يمكن التنبؤ دوما بدرجة ضيائه في أية لحظة كانت · بعد اكتشافه . عثر الفلكيون على نجوم أخرى من نوعه . منها أيتا النسر في كوكبة النسر . ومدته ٧ أيام و ٧ ساعات و ٤١ دقيقة . وزيتا التوأمين في كوكبة التوأمين . ومدته ١٠ أيام و ٤ ساعات و ٤٨ دقيقة . وكبّا الطاووس (٤ ب) في كوكبة الطاووس الجنوبية . ومدته ٩ أيام وساعتان و ٢٤ دقيقة · وحديثاً اكتشفت . بفضل التقنات المعاصرة . عدة متغيّرات أخرى من هذا النوع . يبلغ عددها المعروف اليوم آلافاً عديدة وصنفت تحت اسم القيفاوسات ·

العلاقة بين المدة والضياء

القيفاوسات نجوم عملاقة فائقة التألق . اصبحت غير مستقرة لأنها بلغت درجة

٣

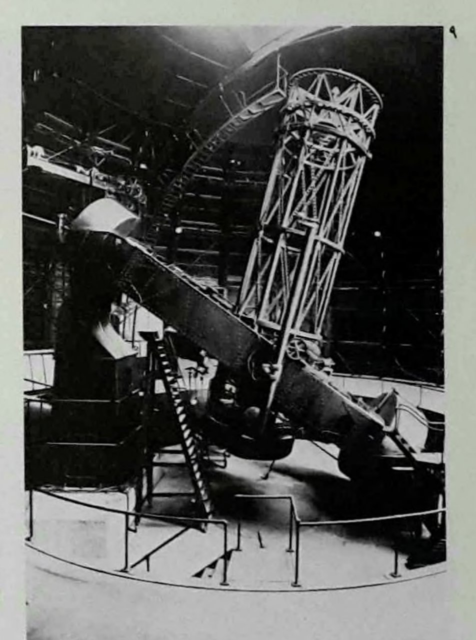


(٧) - منحني ضوء ر الأسد نموذج للتغيرات الطويلة المدة من فئة الاعجوبة · فهو . كجميع نجوم هذه الفئة . تعتري كلا من مدته وقدره تقلبات · عند ما يكون في اقصى ضيائه . يُرى بالعين المجردة ·

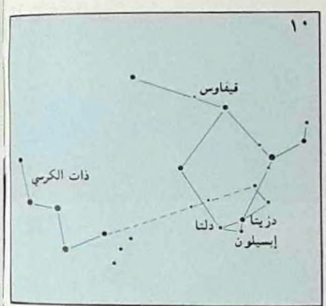
(٨) - أعجوبة قيطس متغيرة طويلة المدة . تُرى بالعين المجردة . ومعدل مدتها ٣٣١ يوماً يتأرجح قدرها بين ١,٧ و ٤ في أقصاه . وينخفض الى ١٠ في ادناه ·

متقدمة من التطور. مع ذلك، فهي تختلف كل الاختلاف عن النجوم المتفجرة، التي لا يمكن التنبؤ بتصرفها. غير أن للقيفاوسات أهمية بالغة لسبب رئيسي واحد: فمدد تغيّرات ضيائها تمكن من معرفة درجة ضيائها الحقيقي وبالتالي مسافاتها.

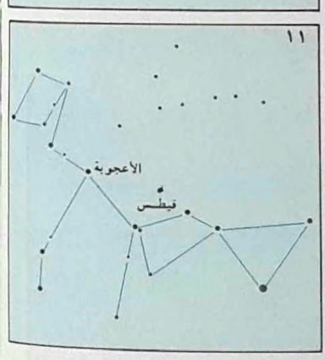
هذا ما أكتشفته عام ١٩١٢ هنريتا ليفيت، خلال دراستها لبعض الصور الفوتوغرافية للنظام الخارجي المعروف بأسم غيمة ماجلان الصغرى (٢، ١٣). فالغيمة تحتوي على قيفاوسات، وقد وجدت ليفيت أن النجوم الأطول مدة تبدو أكثر سطوعاً من التي مدتها أقصر. لاسباب عملية، يمكن اعتبار جميع نجوم الغيمة على بعد واحد من الارض. كما أن رجلين في مدينة القاهرة، أحدهما واقف في الجيزة والثاني في ميدان التحرير، هما على بعد واحد من لندن أو من باريس. ينجم عن ذلك أن اكثر القيفاوسات سطوعاً



(٩) - يظهر هنا مرقب هوكر العاكس (قطره ٢٥٤ سم) في جبل ويلسن بالولايات المتحدة. وقد تم صنعه عام ١٩١٨. ظل لمدة ٣٠ سنة أقوى مرقب في العالم. استعمله هبّل لدراسة المتغيرات القصيرة المدة في المجرات الخارجية، ولم يكن في العشرينات لأية آلة أخرى القوة الكافية للسماح ببحوث من هذا النوع. ما يزال يعمل حتى اليوم. سناده من الطراز الانجليزي. فلا يمكن تصويبه نحو القطب السماوي. تزوّده بالقوة المحركة أثقال ساقطة.



(١٠) - يقع دلتا قيفاوس في أقصى شمالي السماء ويشكل مثلثاً مع ابسيلون وزيتا قيفاوس. تقلباته واضحة.



(١١) - تقع أعجوبة قيطس في منطقة قاحلة من السماء، وهكذا يسهل تحديد موقعها عندما تكون في اقصى ضيائها. لكنها لا ترى بالعين المجردة، الا لمدة اسابيع قليلة خلال السنة.

(١٢) - في محاولات للعثور على متغيرات قصيرة المدة في المجرات الخارجية، ركّز هبّل على لولبة المرأة المسلسلة التي لم يكن معروفاً آنذاك أنها وراء مجرتنا، اذ أنها لسطوعها الشديد كانت تبدو قريبة نسبياً، بالمقاييس الكونية. لم ينجح هبّل في العثور فيها على متغيرات من طراز رر القيثارة. لكنه تمكن من العثور على قيفاوسات. بعد ان قاس مددها، أصبح بوسعه أن يستخدم العلاقة بين المدة والجلاء ليبين ان القيفاوسات - وبالتالي اللولبة ذاتها - لا بد أن تكون وراء مجرتنا. أخطأ في تقديره للمسافة حاسباً اياها ٧٥٠٠٠٠ سنة ضوئية، بينما هي بالحقيقة ٢،٢ مليون سنة ضوئية.

(١٣) - تقع غيمة ماجلان الصغرى في السماء الجنوبية، ولا تُرى من المراصد الشمالية الكبيرة. بيّنت صور

هي بحق أكثرها ضياء ، وأنه من الممكن معرفة مسافة النجم ، بعد التأكد من قوة ضيائه الحقيقي ودرجة سطوعه الظاهر ·

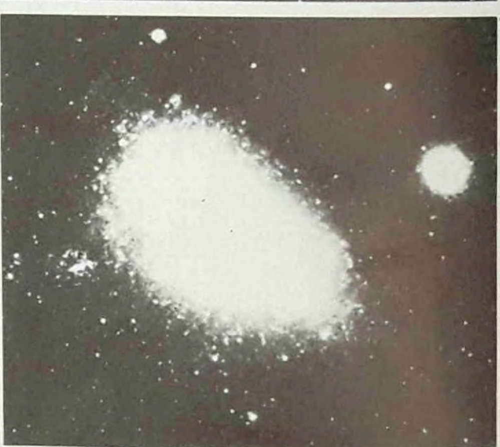
في ما وراء المجرة

في عام ١٩٢٣ ، عثر ادوين هبّل (١٨٨٩ ـ ١٩٥٣) ، من مرصد جبل ويلسن ، على قيفاوسات في بعض « السدم النجمية » ، التي كانت م ٣١ في المرأة المسلسلة في

١١



١٢



فوتوغرافية التقطت في البيرو قبل الحرب العالمية الاولى ان هذه الغيمة تحتوي على قيفاوسات ·

مقدمتها ، وما كاد يقيس مددها حتى تمكن من معرفة مسافاتها ، فاتضح له أن القيفاوسات ـ وبالتالي المجرات اللولبية ذاتها ـ تقع بعيداً وراء حدود مجرتنا · لولا اكتشاف هبّل لهذه القيفاوسات ، لكان الحصول على البرهان على ذلك في غاية الصعوبة · صحيح أن تقديراته الأولى وُجدت دون الواقع بكثير ، لكن خطأه في سلم القيفاوسات قد صحّح عام ١٩٥٢ بفضل أعمال والتر باده (١٨٩٣ ـ ١٩٦٠) · كان هبّل يعتقد أن لولبة المرأة المسلسلة تبعد عن الأرض مسافة ٧٥٠٠٠٠ سنة ضوئية ، في حين أن المسافة الحقيقية هي أكثر من مليوني سنة ضوئية (١٢) ·

نجوم طويلة المدّة

القيفاوسات ومتغيرات رر القيثارة (٥) نجوم نابضة تتمدد وتتقلص بالتناوب · ثمة أيضاً نجوم تنبض بمدد أطول بكثير تتراوح بين بضعة أسابيع وستة أو أكثر ، تدعى المتغيرات الطويلة المدة ، وكثيراً ما تسمى النجوم الاعجوبة نسبة الى (ميرا) الاعجوبة (٨ ، ١١ ، ٣) « النجم الرائع » في قيطس (الحوت) ·

جميع النجوم من هذا النوع عمالقة حمر اجمالاً ، حجمها هائل وضياؤها فائق ، استنفدت « وقودها » من الهيدروجين واصبحت غير مستقرة ·

هناك أيضاً متغيرات نصف منتظمة ، كمنكب الجوزاء في كوكبة الجوزاء ، لها سعات صغيرة ومدد غاية في عدم الانتظام · أكثرها ، ان لم نقل جميعها ، عمالقة حمراء ، وهي ايضاً تتمدد وتتقلص مما يؤدي الى تغيير مردودها من الطاقة ·

النجوم غير المنتظمة

ليست جميع النجوم المتغيرة منتظمة . وقد صُنِّفت المتغيّرات غير المنتظمة العديدة كما صُنِّفت النجوم النابضة المنتظمة . ضمن فئات معيّنة . فللنجوم نصف المنتظمة من فئة منكب الجوزاء مدد تقريبية (المدة هي الوقت المنقضي بين قدر نجم في اقصاه وقدره في أدناه) ؛ اما النجوم التي هي من فئة الاكليل (١) . فتبقى في اقصى قدرها عادة . ثم تهبط فجأة الى قدرها الأدنى هبوطا لم يكن بالحسبان ؛ النجوم من فئة **يو** التوأمين (٢ ، ٣) . اي « المتجدّدات القزمة » . تبقى عادة في ادناها . لكنها ترتفع فجأة الى اقصاها قبل ان تذوي من جديد ؛ نجوم **رف** الثور (٤ ، ٦) عمالقة من فئات **ج - ك** . لها

(١) - يقع ر الاكليل في تجويف الاكليل الشمالي على مقربة من السماك الرامح . يكون عادة من القدر السادس بحيث يُرى بوضوح بالمنظار العادي . يُرى معه نجم (م) البالغ قدره ٦,٦ والذي هو من اكثر النجوم نفعا للمقارنة . ينحدر الاكليل . في بعض اقداره الدنيا . الى القدر الخامس عشر . ولا يمكن ان يُرى عندئذ الا بالمراقب الضخمة .

(٢) - يقع **س س** الدجاجة على مقربة من ذنب الدجاجة الساطع الذي تحدث فيه ثورانات (تنقله من القدر ١٢ الى القدر ٨,٢٥) بمعدل ثوران واحد كل ستة اسابيع ، ولكن ليس على قاعدة مطردة . **س س** الدجاجة اكثر المتغيّرات سطوعا في فئة **يو** التوأمين المتغيّرة .

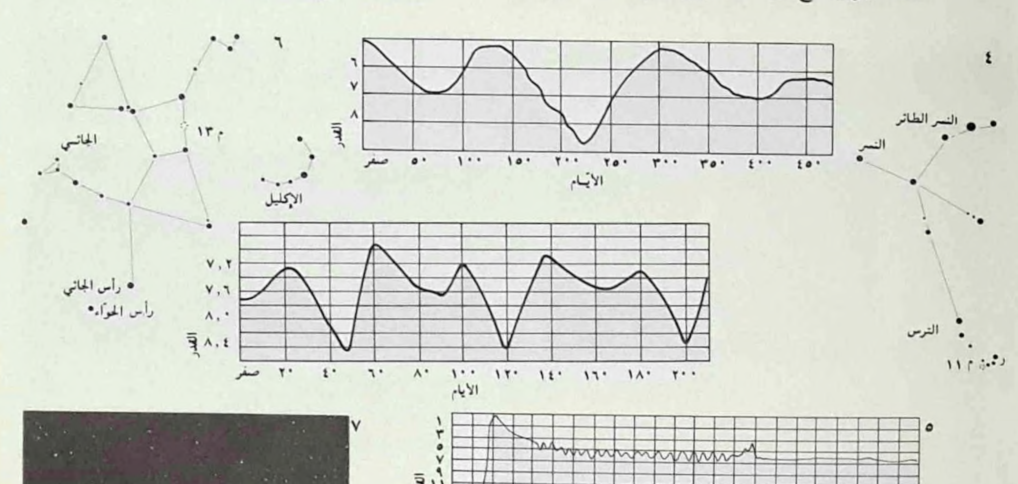
(٣) - إكس الاسد . بالقرب من ر الاسد الطويل المدة . هو احد النجوم من فئة **يو** التوأمين . يكون عادة في القدر ١٥ . لكن ضياءه يرتفع الى القدر ١٢ كل ٢٢ يوما تقريبا .

(٤) - أسطع متغيّرات **ر ف** الثور هو ر الترس في كوكبة الترس الصغيرة بالقرب من ذنب النسر . يسهل العثور عليه . لأنه احد النجوم الاربعة التي تشكل رباعيا . وهو ليس بعيدا عن العنقود المتفتح الجميل م ١١ الذي يُكنى بالبطة الوحشية . يبيّن منحناه الضوئي تقلبات ضيائه مع الزمن . لكن ذلك لا يمثّل الا معدّلا . لأن جميع نجوم

حدود دنيا ترتفع وتنخفض على التوالي تتخللها فترات من عدم الانتظام التام ؛ النجوم المتوقدة (١٢) . كالعملاق **يو ف** قيطس من فئة **م** تطرأ على قدرها زيادات فجائية تدوم دقائق معدودة ولا تستمر في حدها الاعلى الا مدة قصيرة ، بحيث تسهل مراقبة تغيُّراتها ؛ المتجددات الدورية تتعرض لثورانات عنيفة مفاجئة خلال فترات تدوم سنوات عديدة ، كما جرى مع **ت** الاكليل عام **١٨٦٦** ثم عام **١٩٤٦** ؛ المتجدّدات العادية (٥ . ١٠) ، تثور مرة واحدة ثم تعود الى ظلمتها السابقة . اما نجم ايتا الجؤجؤ الفائق الضياء (١١) ، فيصنَّف كمتجدّد كاذب .

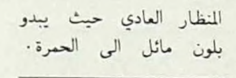
المتغيّرات نصف المنتظمة والمتغيّرات غير المنتظمة

اكثر النجوم نصف المنتظمة عمالقة حمراء ، وهي تعتبر غير ثابتة ، لأنها تتمدد





ر ف الثور غريبة الاطوار في تصرفاتها . يتأرجح **ر** الترس بين القدرين ٥ و ٨,٦ . وعندما يبلغ اقصاه ، يصبح في مجال رؤية العين المجرّدة ، بينما هو دائما في مدى رؤية



المنظار العادي حيث يبدو بلون مائل الى الحمرة .

(٥) – اصبح متجدّد فرساوس ساطعا جدا عام ١٩٠١ ، لكنه خفت بسرعة . كان السديم المحيط به مضيئا بحيث كان يخال للناظر انه غيمة تتمدّد وهو اليوم نجم باهت .

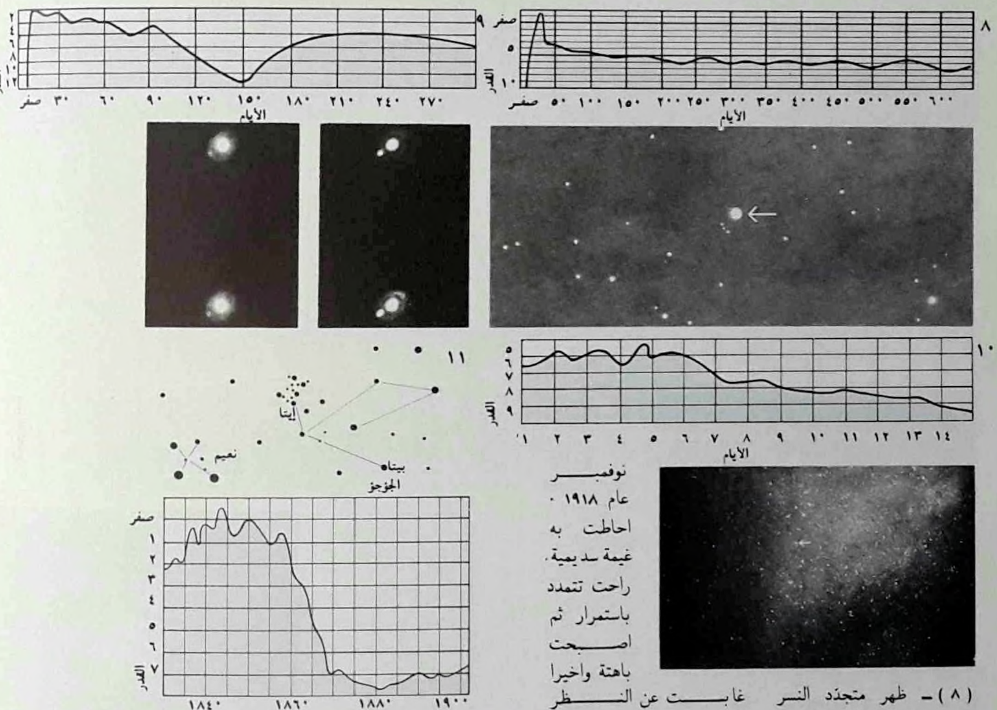
(٦) – جميع نجوم **ر ف** الثور ساطعة الضياء ، وهي اكثر المتغيّرات المعروفة ضخامة ، وتبلغ ضخامة بعضها ٢٥ ضعفا على الاقل ضخامة الشمس . لسوء الحظ ، كلها بعيدة ، وقليل منها يُرى بالمنظار العادي . احيانا تنتاب حدودها الدنيا المنخفضة والمرتفعة نوبات من عدم الانتظام الكلّي . أ ث الجاثي ، الذي يظهر هنا منحني ضوئه ، خير مثال على ذلك . قدره يتأرجح بين ٧ و ٨,٥ .

(٧) – يحتوي **هـ** ذات الكرسي على المتغيّر غمًا غير المنتظم . يظن ايضا ان نجم ألفا ذات الكرسي اي الصدر يتغيّر قليلا .

وتتقلص . منكب الجوزاء في كوكبة الجوزاء نجم من هذا النوع . فهو ، في بعض الاحيان ، يكاد يعادل رِجل الجبار ضياء . يقرب متوسط قدره (٠,٨٥) من قدر الدَبَران . اما المدة بين ادنى قدر له واقصى قدر ، فتتراوح بين خمس سنوات وست ، لكنه كثيرا ما يشذّ عن هذه القاعدة بصورة بارزة . هناك نصف منتظم آخر ، هو رأس الجاثي او ألفا الجاثي الذي يُرى بسهولة بالعين المجرّدة . اما النجوم نصف المنتظمة التي لا تُرى الا بالمرقب ، فشائعة ايضا ، غير ان تغيّرات اقدارها ليست ذات بال .

نجوم من فئة ر الاكليل ومن فئة يو التوأمين

ر الاكليل الشمالي (١) نموذج لطائفة من النجوم يُعرَف منها اقل من ٥٠ عضوا . تبقى نجوم هذه الطائفة في أعلى قدر لها اكثر



(٨) ـ ظهر متجدّد النسر عام ١٩١٨ بشكل مفاجىء للغاية . وقد بلغ قدره عند اقصى حد له في ٩ يونيو ١,٤ اي قدر الشعرى اليمانية . ثم خفت بسرعة ، لكنه ظل يُرى بالعين المجرّدة حتى شهر نوفمبر عام ١٩١٨ . احاطت به غيمة سديمية . راحت تتمدد باستمرار ثم اصبحت باهتة واخيرا غابت عن النظر عام ١٩٤٠ . ما يزال هذا المتجدد القديم مرئيا بالرغم من انه خافت للغاية . وهو اسطع نجم متفجر في الأزمنة الحديثة .

(٩) ـ تعدّى المتجدّد د ك الجاثي (١٩٣٤) القدر الثاني وكان خارقا للعادة ، اذ انه عاد الى توهجّه لفترة قصيرة ، بعد ان كان قد تراجع عن حدّه الاعلى . تبيّن هذه الصورة التي التقطت له عام ١٩٥١ ان هذا المتجدد ثنائي متقارب النجمين .

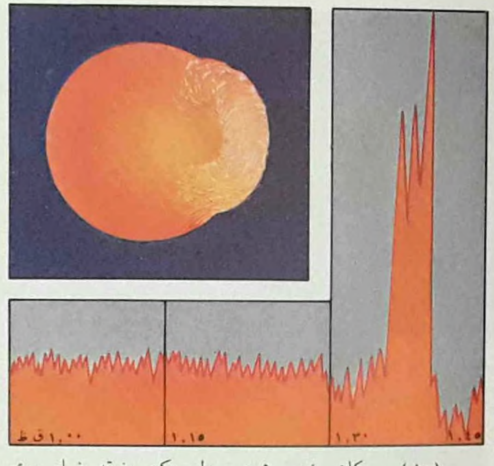
الوقت ، لكنها تهبط فجأة وبصورة غير منتظرة الى ادناه . تفتقر الى الهيدروجين ، لكنها غنية بالكربون ، وقد قيل ان قدرها الأدنى متأتّ عن تراكم جسيمات الكربون في جوّها الخارجي تراكما يحول لمدة من الزمن دون خروج الاشعاع الصادر عن النجم الى الخارج . عندما يبلغ **ر** الاكليل حدّه الاقصى يصبح في مجال الرؤية بالعين المجرّدة .

تبقى نجوم **يو** التوأمين و **س س** الدجاجة عادة في ادنى قدر لها . لكنها تتعرّض احيانا لثورانات دوريّة . يبلغ معدّل الفترة بين ثوران وآخر لنجوم **س س** الدجاجة (٢) حوالي ٦ اسابيع .

المتجدّدات الطبيعية والمتجدّدات المتواترة

ليس المتجدّد نجما جديدا ، بل هو نجم يكون مظلما تقريبا وفجأة يضيء . بعض المتجدّدات بلغت تألقا شديدا في ضيائها . فكلّ من متجدّد فرساوس مثلا (١٩٠١) (٧) ومتجدّد النسر (١٩١٨) (٥) تعدّى ، عند حدّه الاقصى ، القدر الاول . بعد ان يبلغ المتجدّد ذروته من التألق ، يخفت من جديد ويعود الى ضيائه الاساسي السابق الضعيف ، وقد يستغرق ذلك عدة سنوات . يعتقد انه عندما يحدث الثوران لدى متجدّد ، لا تتأثر به سوى طبقات النجم الخارجية ، بينما عندما ينفجر عملاق اعظم ، يتحطم النجم كلياً . اكثر المتجدّدات - ولعلّ جميعها - ثنائيات مطيافية .

اكتشف احد الهواة الانكليز ، هو جورج الكوك ، عام **١٩٦٧** ، **هـ ر** الدلفين (١٠) ، وهو احد المتجدّدات الاكثر اثارة للاهتمام في الأزمنة الحديثة . لم يتعدّ ضياؤه القدر **٣٫٦** ، لكنه كان بطيء الذبول ، وظل يُرى بالعين المجرّدة لمدة سنة كاملة . في عام **١٩٧٥** ، انحدر الى ما دون القدر ١١ ، لكن من الأرجح انه لن يستطيع التدني اكثر من ذلك . هو من المتجدّدات القليلة التي كان يعرف قبل ثورانها انها من القدر **١٢** . بما انه يبعد عنا مسافة **٣٠٠٠٠** سنة ضوئية ، فما نشاهد فيه الآن ما هو سوى نتائج انفجار حدث فيه قبل **٣٠٠٠٠** سنة .



(١٠) ـ كان نجم **هـ ر** الدلفين ابطأ متجدد حقيقي تمت مراقبته (١٩٦٧) . دام حده الاقصى ستة اشهر مع تقلبات واضحة ، وكان خفوته تدريجيا . ما تزال رؤيته ممكنة بمرقب صغير .

ولم يكن يفوقه ضياء سوى الشعرى اليمانية ، ثم راح يخفت حتى اصبح ، منذ عام ١٨٦٧ ، لا يُرى بالعين المجرّدة بل بالمناظير فقط . يحيط به سديم .

(١١) ـ في صالب قاعدة السفينة ، بالقرب من الصليب الجنوبي وبيتا الجؤجؤ ذي القدوم ، يقع ايتا الجؤجؤ . انه اكثر المتغيّرات شذوذا . بلغ اقصى درجة من سطوعه في اربعينات القرن التاسع عشر .

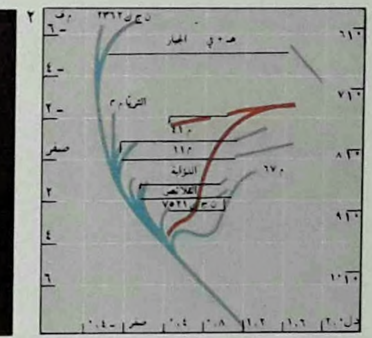
(١٢) ـ النجوم المتوهجة على شاكلة **يو ف** قيطس شبيهة بالاقزام ، وهي وحدها من بين النجوم المتغيّرة يتقلّب ضياؤها بسرعة يصبح معها من الممكن مراقبتها عندما تتوهج لبضع دقائق .

العناقيد النجمية

نعيش في جزء من المجرة تكاد تكون فيه كثافة توزيع النجوم في الفضاء كثافة متوسطة . فأقرب الجيران الينا ، وهو بروكسيما الظلمان ، يبعد عنا مسافة تربو على اربع سنوات ضوئية ، وفي دائرة حول الشمس يبلغ طول شعاعها عشر سنوات ضوئية لا توجد نجوم كثيرة . غير ان في بعض انحاء المجرة ، مجموعات من النجوم تشكّل عناقيد متراصّة ، خير مثال معروف عليها عنقود الثريّا او الأخوات السبع (٤) في الثور . كثير غيرها يُرى بسهولة بالعين المجرّدة .

العناقيد المتفتّحة

هذه المجموعات المتراصّة على نوعين



(١) ـ الرسم البياني الظاهر هنا يعطي قدر العناقيد المتفتّحة المطلق بالمقارنة مع دليل ألوانها . يبيّن السلم الأيمن عمر العناقيد بالسنين .



(٢) ـ تُرى القلائص حول الدبران (وهو ليس عضوا في العناقيد) بسهولة بالعين المجرّدة . تمتد المجموعة بشكل ٧ بعيدا عن الدبران . يمكن تمييز كل من هذه النجوم على حدة . ويُرى أحدها وهو المزدوج ثيتا الثور بالعين المجرّدة . نجوم القلائص متفرّقة الى حد انها لا تشكّل مجموعة متراصّة تلفت النظر كمجموعة الثريّا . يمكن الحصول على أحسن رؤية لها بواسطة منظار عادي او مرقب ضعيف التكبير واسع المجال .



(٣) ـ النثرة في السرطان مثال لعنقود متفتّح يُرى بالعين المجرّدة . يبلغ بعده عنّا ٥٢٥ سنة ضوئية . وقد عرف من زمن بعيد . وهو ليس مجموعة متراصّة بكثافة . ويقع بعيدا عن المستوي المجرّي .



(٤) ـ يقع عنقود الثريّا على مسافة ٤١٠ سنوات ضوئية . سبعة من نجومه على الأقل تُرى بالعين المجرّدة . ويبلغ عدد النجوم الكامل فيه حوالى ٥٠٠ نجم . ونجومه الرئيسية حارّة وبيضاء .

أساسيين ، عناقيد متفتّحة وعناقيد كرويّة · تكثر العناقيد المتفتّحة في أذرع مجرتنا ، وهي غير منتظمة الشكل · قد تكون غنية بالنجوم نحوي الآلاف منها ، او فقيرة لا تحوي سوى دزّينة او دزّينتين · المجموعات التي نحن بصددها هنا هي غير المجموعات الوهمية الناجمة عن تأثير خط الرؤية ·

هناك فوارق كبيرة بين مختلف أنواع العناقيد المتفتّحة ، ففي عنقود الثريّا ، مثلا ، نجد اكثر النجوم سطوعا حارّة وبيضاء ، كما نجد فيه سديم كبير من سدم الانعكاس ، مما يدل على وجود كمية وفيرة منه من مادة ما بين النجوم ·

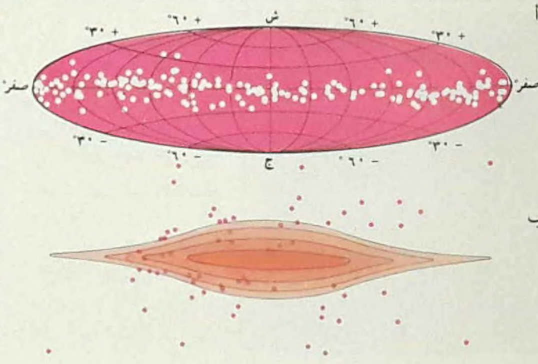
اما العنقود الثاني في الثور ، وهو عنقود القلائص (حول الدَبران) (٢) فلا تبلغ النجوم فيه هذا الحد من الكثافة ، ولا تبثّ نجومه الرئيسية هذا القدر من الطاقة ، كما ان كمية مادة ما بين النجوم فيه دون هذا الحد ايضا ·

٥



٦ أ

ب



(٥) – صنّف درابر العنقودين التوأمين في فرساوس في جدوله · يقع كل منهما على مسافة ٧٥ سنة ضوئية من الآخر ويحتوي على حوالى ٣٥٠ نجما ·

(٦) – النماذج الرئيسية للعناقيد النجمية توجد في مجرّتنا وحولها · تتألّف العناقيد المتفتّحة (أ) من الفئة السكانيّة ١ ، وتقع بالقرب من مستوي المجرّة الرئيسي ، مع ان هناك بعض العناقيد الشاذّة القليلة الواقعة بعيدا عنه ، والعنقود القديم م ٦٧ خير مثال على ذلك · تشكّل العناقيد المتفتّحة اذن جزءا من جسم المجرّة الدائر حول نواتها · اما العناقيد الكرويّة (ب) المؤلّفة من نجوم الفئة السكانيّة ٢ ، فهي موزّعة في هالة المجرّة · أشيرَ الى وضع الشمس بالدائرة الصغيرة ·

ليست العناقيد المتفتّحة تجمّعات ثابتة · فهي لا بد ان تتشتّت مع الزمن بفعل قوة جذب نجوم اخرى في مجرتنا · لقد قدِّر ان مدى حياة أكثرها لا يتعدّى ١٠٠٠ مليون سنة ، وانها تتشتّت بعد ذلك فاقدة شخصيتها المتميّزة · من أقدم العناقيد المتفتّحة المعروفة عنقود م ٦٧ في السرطان الذي يُرى بسهولة بالمنظار العادي بالقرب من ألفا السرطان · يُظَنّ ان عمره يربو على ٤٠٠٠ مليون سنة .

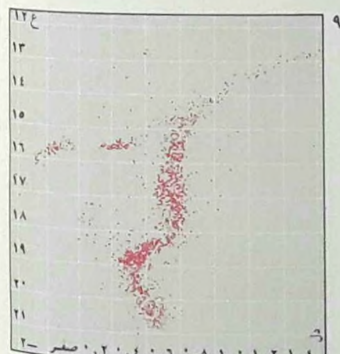
من العناقيد المتفتّحة ايضا التي تُرى بالعين المجرّدة النخروب (٣) في السرطان ، والعنقود الجنوبي الجميل حول كبّا نُعَيْم والمعروف بإسم « صندوق الجواهر » لاحتوائه على بعض النجوم المتنوّعة الألوان · وفي فرساوس ، على مقربة من هـ ذات الكرسي ، يقع مقبض السيف المؤلّف (٥) من عنقودين غنيين من الممكن مراقبتهما في مجال مرقب واحد ·



(٧) ـ م ١٣ في الجاثي اجمل عنقود في السماء الشمالية . ويقع بين ايتا وزيتا الجاثي · يبعد عن الأرض مسافة ٢٦ ٧٠٠ سنة ضوئية · مما يثير الدهشة انه فقير بالمتغيّرات من فئة رر القيثارة . وقد عثر فيه على اقلّ من ٢٠ متغيّرا منها بمقابل اكثر من ١٠٠ في العناقيد الأخرى ·

(٨) ـ توجد في مجرّات أخرى عناقيد كرويّة كما توجد في مجرّتنا · فمنها مثلا عدد كبير في لولبة المرأة المسلسلة · تُرى في هذه الصورة المجرّة الاهليلجية العملاقة م ٨٧ التي اكتُشف حولها ما يقرب من ١٠٠ عنقود تظهر كنقط صغيرة في الصورة ·

(٩) ـ يبعد العنقود الكرويّ م ٣ في عنقود السلوقيّين مسافة ٤٨ ٥٠٠ سنة ضوئية عنّا · في هذا الرسم البياني الملوّن يظهر القدر الظاهر بالنسبة الى دليل اللون · استُعمِلَت متغيّرات رر القيثارة لقياس مسافة العنقود ·



(١٠)ـ يحتوي العنقود الكروي م ٣ في السلوقيّين في داخل دائرة قطرها ٨° حول

العناقيد الكرويّة

العناقيد الكرويّة هي ، بدون استثناء ، من نوع مختلف عن العناقيد المتفتّحة . ولا نعرف منها اكثر من ١٢٠ مجموعة في مجرّتنا . تتميّز اولا بأنها متماثلة ، وان واحدها قد يحتوي على مئات الآلاف من النجوم ؛ كذلك تبدو ، كما تُرى من الأرض ، متراصّة حول مراكزها ، بحيث يصعب التمييز بين نجومها .

١٠



١١



المركز على اكثر من ٤٤٠٠٠ نجم من القدر ٢٢,٥ او من قدر اكثر ضياء .

(١١)ـ اكتُشِفَ العنقود الكرويّ م ٥ في الثعبان عام ١٧٠٢ ويُرى بالمرقب مضيئا ، وهو غنيّ فوق العادة بمتغيّرات من فئة رر القيثارة التي اكتُشفَ اكثر من ١٠٠ متغيّر منها في داخله .

ليس توزيع العناقيد الكرويّة في أرجاء السماء منتظما . فهي تحيط بالمركز المجرّي ، بحيث أنها لا تُرى من الأرض الا باتّجاه هذا المركز . قيست ابعادها استنادا الى المتغيّرات من فئة رر القيثارة الموجودة فيها . اذ كان من السهل حساب مسافات نجوم فئة رر القيثارة ، نظرا لتشابه درجات ضيائها ومددها . فأصبح من الممكن قياس مسافات العناقيد ذاتها التي تحتويها قياسا دقيقا (٦) .

أكثر العناقيد الكرويّة ضياء هي مجموعة أوميغا الظلمان ومجموعة الـ ٤٧ طوقانا ، وهما مجموعتان واقعتان في السماء الجنوبية على بعد يجعل من غير الممكن رؤيتهما من اوربا ومن أكثر أنحاء أمريكا الشمالية . العنقودان يُريان بسهولة بالعين المجرّدة ، ولِعنقود أوميغا الظلمان بنوع خاص منظر رائع من خلال المرقب . ويمكن تمييز نجومه حتى في المركز . أما في الشمال ، فخير مثال على هذا النوع من العناقيد ، فهو م ١٣ في الجاثي (٧) ، وهو يقع على مسافة ٢٦,٧٠٠ سنة ضوئية ، ويبلغ قطره حوالى ١٠٠ سنة ضوئية ، ورؤيته ممكنة بالعين المجرّدة ، لكنها تصبح اشد وضوحا بالمنظار العادي .

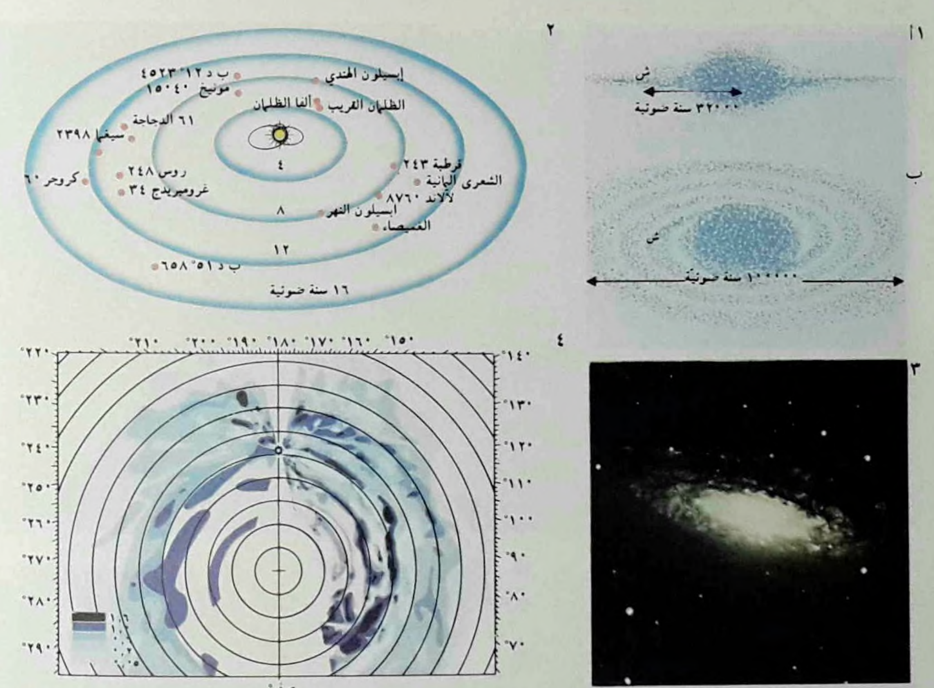
العناقيد المتحرّكة

بالاضافة الى العناقيد المتفتّحة والعناقيد الكرويّة ، هناك ما يسمّى بالعناقيد المتحرّكة ، وهي مجموعات تفصل بين نجومها مسافات شاسعة ، لكنها تتحرّك جميعها باتجاه واحد وبسرعة واحدة . انها « اتحادات نجمية » حارّة وساطعة ، يعرف منها الآن ما يقارب المائة . يتمركز احد العناقيد من هذا النوع حول سديم الجوزاء .

مجرّتنا

النظام الشمسي الدائر حول مركزه الشمس هو جزء صغير جداً من نظام نجمي محلي مؤلف من حوالي ١٠٠٠٠٠ مليون شمس . يدعى المجرة او درب التبانة وأصلاً درب اللبانة والدرب اللبني . وليست الشمس . بالمقابلة مع تلك الاجرام . مضيئة او خافتة فوق العادة .

لا شك في ان الشمس أقدم من الارض . ولا يمكن أن يقل عمرها عن ٥٠٠٠ مليون سنة . ومن المفترض ان تكون المجرة أقدم من ذلك بكثير . مع اننا لا نعرف شيئاً واضحاً عن تاريخها الباكر . المجرة نظام مسطح (١) . لكن عندما ننظر اليها في اتجاه مستويَها الرئيسي . نرى العديد من



(١) - يظهر شكل مجرتنا مختلفاً . اذا نظرنا اليها من وجهات نظر مختلفة متباعدة في الفضاء . فاذا نظرنا اليها من جنبها (أ) . نرى شكلها مسطحاً مع نواة بارزة (تدل ش على موقع الشمس) ؛ واذا نظرنا اليها من احدى الزوايا (ب) . يبقى شكلها العام واضحاً . لكن تظهر فيها الاذرع اللولبية . المجرة لولب ضعيف التماسك . تظهر فيه الأذرع بشكل واضح .

(٢) - تَكَوّن النجوم التي لا تبعد أكثر من ١٠ سنوات ضوئية عن الشمس منطقة صغيرة فقط من درب التبانة . يشير الاهليلجان اللذان حول الشمس الى المسافات القصوى . النجوم القريبة هي اقزام من النوع الأحمر الخافت . ولكن هناك ايضاً بعض الاقزام البيضاء (كرفيق الشعرى اليمانية) . النجوم الوحيدة الأكثر اضاءة من الشمس هي الشعرى اليمانية والشعرى الشامية وألفا الظلمان .

النجوم في خط رؤية واحد تقريباً ٠ لذلك تظهر لنا نجومها متراصّة كأنها متماسّة تقريباً (٥ ، ٦ ، ٧) ٠

الارصاد الأولى

لمجرة درب التبانة منظر مشع مهيب في صفاء السماء الليلية ، لا يتمتع به سكان المدن لسوء الحظ ، لأن بريق أضواء الشوارع الكبرى يطمس وميضه الرقيق ٠ من اوائل من وصف المجرة وأفضلهم بطليموس الاسكندري ، حوالي ١٥٠ ق ٠ م ، وهو آخر كبار علماء الفلك والرياضيين الكلاسيكيين ، حتى غاليليو ٠

ليس بامكاننا مطلقاً رؤية مركز مجرتنا ، لأن المادة المنبثة ما بين النجوم تحجبه عنا ٠ لكن معلوماتنا الحاضرة عنه مشتقة من علم الفلك الاشعاعي الذي يسمح لنا بتحديد موقعه ٠ فهو واقع وراء الغيوم الرائعة من





(٣) - المجرة ، في « الفرس الاعظم » ، تشبه مجرتنا من حيث الحجم والكتلة ، مع ان أذرعها اللولبية أكثر التصاقاً بها ٠ فيها ١٠٠٠٠٠ مليون نجمة ٠ لم يكن بالامكان تكوين فكرة صائبة عن حقيقة مجرتنا الا بعد ان ثبت وجود مجرات أخرى مستقلة عنها ٠ فحتى عام ١٩٢٠ ، كان الاعتقاد ما يزال سائداً بأن مجرتنا هي الوحيدة من نوعها ، وان المجرات اللولبية الأخرى هي اجزاء منها واقعة عند اطرافها ٠

(٤) - توضع الخرائط الاشعاعية كهذه ، لاظهار توزيع غيوم الهيدروجين البارد المخلخل في مستوى مجرتنا ٠ تظهر الغيوم باللون الأزرق ٠ ثم رسم الكفاف وفاقاً لسلم كثافة يعطي معدل عدد الذرات بالسنتمتر المكعب ٠ الخريطة ناقصة ، لكنها تدل على البنية اللولبية بلا ابهام ٠ في هذه المناطق ، نسبة النجوم من نوع السكان ١ مرتفعة ٠

(٥) - من الممكن رؤية أعداد ضخمة من النجوم في هذه الصورة المأخوذة من جبل بالومار ، رغم انها لا تمثل سوى جزء ضئيل من درب التبانة ٠ العديد من هذه النجوم اكثر ضياء من شمسنا ٠

(٦) - تم تصوير حقول النجوم هذه ، الواقعة في درب اللبانة ، في مرصد البحرية في فلاغستاف بأريزونا ٠ يظهر مسار البالون الاصطناعي ايكو ١ ، وهو يقطع مجال النظر أثناء التصوير ٠

(٧) - أعطي هذا السديم بصورة غير رسمية أسم « سديم امريكا الشمالية » بسبب شبهه لتلك القارة ٠ يقع في برج الدجاجة ، ويبعد عن الارض ١٠٠٠ سنة ضوئية ٠ التقطت هذه الصورة الفوتوغرافية بواسط مرقب شميت (١٢٢ سم) في بالومار ٠ يتصل هذا السديم بالبرج العملاق الضخم ذنب الدجاجة الفائق الضياء ٠ أما المناطق القاتمة نسبياً الظاهرة في الصورة ، فسببها غيم من الغبار اللاشفاف الذي يحجب الضوء الآتي من السديم ومن النجوم التي وراءه ٠ هذا السديم هو من أكثر مناطق درب اللبانة غنى بالنجوم ٠



النجوم في كوكبة الرامي . حيث تكتظ بنوع خاص نجوم المجرة (٩) . قال بعضهم بوجود كوازار هناك أو فجوة سوداء . لكن ذلك القول لا يعتمد على أدلة أكيدة . مما لا شك فيه أن موجات اشعاعية تصلنا من مركز المجرة الذي كان مصدر أول موجات اشعاعية آتية من الفضاء تكتشف . وقد تم اكتشافها على يد كارل يانسكي (١٩٠٥ - ١٩٥٠) في اوائل الثلاثينات .

شكل مجرتنا

قام هارلو شيبلي (١٨٨٥ - ١٩٧٢) في امريكا . اثناء الحرب العالمية الأولى . بقياس حجم مجرتنا . انطلاقاً من دراساته حول النجوم المتغيرة رر القيثارة في العناقيد الكروية . وقد بين ايضاً ان الشمس . ومعها الارض وجميع اعضاء النظام الشمسي الاخرى . تقع بعيداً جداً عن المركز . التقديرات الحديثة لبعد الشمس عن مركز

٨



(٨) - خريطة درب التبانة . كما رسمها الفلكيان مارتن وتاتيانا كسكولا من مرصد لوند في السويد . احداثياتها تدل على خطوط الطول والعرض للمجرة . مقاسة من مستوي المجرة . تقع نقطةُ الصفر من خط الطول عند تقاطع مستوي المجرة مع خط الاستواء السماوي قرب حدود برجي العقرب والثعبان . يقع القطب المجري الشمالي في برج الذؤابة والقطب الجنوبي في برج معمل النحات .

(٩) - يقع مركز المجرة وراء الغيوم النجمية في الرامي الظاهرة في هذه الصورة الفوتوغرافية التي التقطها مرقب شميت (١٢٢ سم) في مرصد جبل بالومار . يُرى في الصورة . بالاضافة الى الغيوم النجمية . كمية

المجرة هو ٣٢٠٠٠ سنة ضوئية (أكثر مما كان معتقداً الى زمن قريب) . الا ان الحجم النسبي لمجرتنا وبنيتها ظلاً عرضة للشك ولم يتضح امرهما الا بعد ان قام ادوين هبَل (١٨٨٩ - ١٩٥٣) بدراسات في العشرينات برهن فيها على ان المجرات اللولبية (٣) هي انظمة خارجية نوعها اساسياً من نوع مجرتنا .

اذا صح هذا القول ، فلا يكون اذن مجال للشك في ان مجرتنا هي لولبية ايضاً (رغم ان شكلها اللولبي لا يظهر لنا بسبب وجود الارض في داخلها) . مما دعم هذا الاستنتاج نوعا ما عملية توزيع النجوم الساطعة (حزام غولد) . لكن البرهان النهائي عليه جاء به علم الفلك الاشعاعي . فأثناء الحرب العالمية الثانية ، قام هندريك فان دي هولست (١٩١٨) وزملاؤه في هولندا بحسابات تدل على ان غيوم الهيدروجين البارد الموزعة في مجرتنا لا بد لها ان تشع على موجة طولها ٢١ سم . ثم جاء أ . بورسلَ وهـ . ايوين في الولايات المتحدة عام ١٩٥١ وأثبتا ان هذا ما هو حاصل فعلاً . عندئذٍ حسبت مواقع هذه الغيوم الهيدروجينية وتحركاتها . فظهر من شكل تلك المواقع ، بدون مجال للشك ، ان لمجرتنا بنية لولبية .

حجم مجرتنا النسبي

كان من المعتقد في الماضي بأن مجرتنا ضخمة فوق العادة ، الا ان هذا الوهم قد تلاشى ايضاً . صحيح ان حجمها فوق المعدل ، لكن من الأكيد ان هناك انظمة أخرى معروفة تفوقها حجماً ، منها لولبة المرأة المسلسلة م ٣١ .

تستعمل اليوم لفظة « المجرة » للدلالة على النظام النجمي الذي ننتمي اليه . اما تسمية بطليموس ، « درب اللبّانة » او تسميتنا العربية العامة « درب التبانة » ، فهي للدلالة على مظهر هذا النظام الخارجي المضيء في الفضاء . هذا المنظر بالغ في الجمال ، وهو غني بالنجوم المرصعة له ، ولا سيما في بعض المناطق ، كمنطقة نَعَيْم ومنطقة الدجاجة ومنطقة العقرب - الرامي .

٩



كبيرة من السديم القاتم المكون من مادة نجمية ينم عن وجودها انها تحجب ضوء النجوم الواقعة وراءها . هذه الصورة هي للجزء الاكثر غنى بالنجوم في درب التبانة .

مجرّات المجموعة المحلّية

تتجمع المجرات في كتل تُسمّى عادة عناقيد . لكن يجب ان لا يقع التباس بين هذه العناقيد وبين عناقيد النجوم في مجرتنا وفي غيرها ، التي تكون اما متفتحة أو كروية . عدد كبير من عناقيد المجرات معروف اليوم . ويحتوي بعضها على مئات الأعضاء . اما مجرتنا فهي عضو في احد هذه الانظمة المعروف اجمالاً بالمجموعة المحلية .

تحتوي المجموعة المحلية أيضاً على لولب المرأة المسلسلة واللولب المثلث وغيمتي ماجلان وبعض المجرات القزمة .

نظام مستقر

من المسلّم به اجمالاً ان الكون يتمدد ،

١

(١) - مجرة اللولب المثلث (م ٣٣) هي ثالث عضو في المجموعة المحلية من حيث الحجم . وهي معروفة بشكلها اللولبي القليل الترابط . وتبعد ٢٣٥٠٠٠٠ سنة ضوئية أي أبعد بقليل من م ٣١ .

(٢) - لولب المرأة المسلسلة معروف منذ عدة قرون . وقد لاحظه الفلكي العربي عبد الرحمن الصوفي في القرن العاشر . اول من وصفه بعد مراقبته بالمرقب سيمون ماريوس (١٥٧٠ - ١٦٢٤) . وهو معاصر لغاليلو . فقال عنه انه يشبه « لهب شمعة ينظر اليها من خلال بوق » . يُرى بوضوح بالعين المجردة في أحوال جوية جيدة . لكن رؤيته بواسطة مرقب كبير مخيبة للأمل . لأنه يبدو عندئذٍ كأنه ليس أكثر من لطخة مستطيلة من الضوء . فضلاً عما فيه من عناقيد وسدم غازية ومتغيرات من جميع الانواع . شوهدت فيه أيضاً متجددات . ففي عام ١٨٨٥ . شوهد فيه بالعين المجردة المتجدد الأعظم . المسمى س المرأة المسلسلة .

(٣) - تقع غيمة ماجلان الصغرى في كوكبة الطوقان البعيدة الى الجنوب . وهي تشاهد بالعين المجردة بسهولة في سماء معتمة صافية . وتحتوي على العديد من النجوم المتغيرة ذات المدة القصيرة .

(٤) - يقع السديم الحلقي الأكبر . الذي يحيط بالنجم ٣٠ دورادوس في غيمة ماجلان الكبرى . هذا النجم من المتغيرات . وهو أشد ضياء من جميع النجوم المعروفة . فقدرته تساوي حوالي مليون ضعف قدرة الشمس . لكنه لا يرى الا بواسطة الآلات .

وان جميع المجرات ، خارج المجموعة المحلية ، تنحسر مبتعدة بسرعات مختلفة . لكن أعضاء المجموعة المحلية ذاتها لا تبتعد عن مجرتنا (بالعكس ، يبدو لولب المرأة المسلسلة كأنه يقترب ، مع ان ذلك ناتج عن حركة الشمس حول مركز المجرّة) . لذلك يمكن القول ان المجموعة المحلية هي نظام مستقر .

عند محاولة تحديد عضوية المجموعة ، جابهت العلماء النظريين صعوبة أساسية جدية . فقد قُدّرت مسافة لولب المرأة المسلسلة (٢ ، ٨) في باديء الامر بحوالي ٧٥٠٠٠٠ سنة ضوئية . لكن هذا التقدير أعطى عدة نتائج غير طبيعية . فقد تبين من الحسابات التي اجريت ان العناقيد الكروية المحيطة باللولب تختلف بحجمها اختلافاً غير متوقع عن بنيات كروية شبيهة بها داخل مجرتنا . كذلك وبصورة غير متوقعة أيضاً ،

٢ ٣ ٤

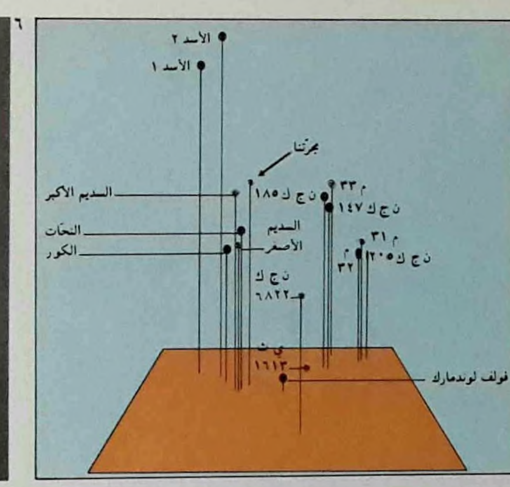


لم تظهر نجوم من نوع رر القيثارة داخل لولب المرأة المسلسلة ، مع ان هذه النجوم ، وان كانت أقل ضياء من نجوم القيفاوسيات المتغيرة ، كان يجب ان تظهر جيداً فيما لو كانت على بعد ٧٥٠٠٠ سنة ضوئية فقط ٠ تبقى هذه النتائج الغريبة غير مفهومة حتى لو زيدت التقديرات الى ٩٠٠٠٠ سنة ضوئية ٠

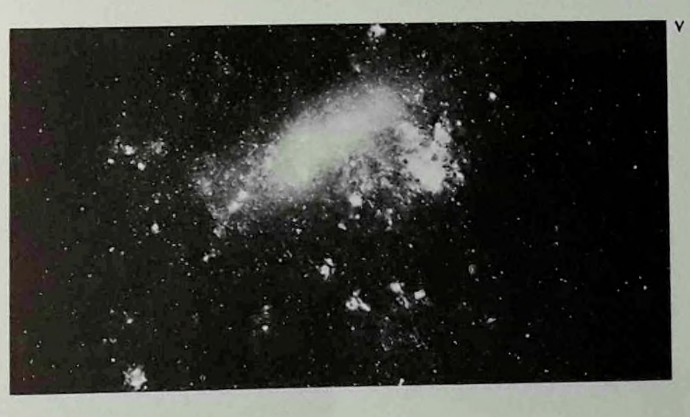
المسافة والحجم النسبي

مجرة لولب المرأة المسلسلة هي أكبر عضو في المجموعة المحلية ، وتأتي مجرتنا بعدها وان كانت أصغر منها بكثير ، ثم تليها مجرة اللولب المثلث (١) ، وأخيراً غيمتا ماجلان الواقعتان بعيداً في الجنوب ولا تشاهدان بالتالي من معظم النصف الشمالي للكرة الارضية ٠ اما المجرات المتبقية في المجموعة المحلية ، فهي أصغر بكثير وأقل غنى بالنجوم ٠

تظهر غيمتا ماجلان (٧،٣) كأنهما أجزاء







(٥) ـ المجموعة المحلية من المجرات هي مجموعة صغيرة تحتوي على أقل من ٣٠ عضواً ٠ لا يرى بالعين المجردة من مجراتها سوى لولب المرأة المسلسلة (م ٣١) وغيمتا ماجلان (الكبرى والصغرى) ٠

(٦) ـ المجرة القزمة في « السدسية » (الظاهرة في منتصف الصورة) الواقعة في

مقتطعة من درب التبانة · كل منهما يقع على مسافة ١٥٠٠٠٠ سنة ضوئية تقريباً من الارض · شكلهما غير منتظم (القول بأن الغيمة الكبيرة لولبية لا يبدو مقنعاً) . وقد اعتبرتا بمثابة مجرتين تابعتين لمجرتنا ، مع ان مسألة دورانهما حولها لا تزال مسألة عويصة · قطر الغيمة الكبرى ، وهي الأغنى بالنجوم يساوي حوالى ٤٠٠٠٠ سنة ضوئية . وقطر الصغرى ٢٠٠٠٠ سنة ضوئية . وهكذا فكلتاهما أصغر بكثير من مجرتنا · المسافة بين مركزيهما ٧٥٠٠٠ سنة ضوئية · مما يدل على تزاملهما الأصيل انهما تبدوان كأنهما مغلفتان بغلاف مشترك من الهيدروجين المخلخل · تظهر فيهما بوضوح خصائص نجوم نوع السكان ١ ، وشوهدت فيهما متجددات وسُدُم غازية ضخمة . وكلتاهما تحتوي على قيفاوسيات متغيرة ·

٨



المجموعة المحلية تحتوي على عدد قليل من النجوم نسبياً · النجمة المتوهجة التي تظهر الى تحت هي نجمة من مجرتنا واقعة في أمامية الصورة ·

(٧) ـ شكل غيمة ماجلان الكبرى غير منتظم . وهي تحتوي على عدة نجوم . ويقع جزء منها في كوكبة ابي‌سيف والجزء الثاني في كوكبة المنسا · وهي تشاهد مضيئة بالعين المجردة حتى في ضوء القمر ·

(٨) ـ عند تصوير نواة لولب المرأة المسلسلة (م ٣١) فوتوغرافياً . يجب تعريض الفيلم للضوء مدة طويلة لاظهار بنية أذرع اللولب . اذ عندما يكون التعريض عادياً (كما في هذه الصورة) فالأذرع لا تظهر · النجوم المتناثرة الظاهرة صدفة في أمامية الصورة هي اعضاء في مجرتنا · أكثر نجوم م ٣١ هي من نوع السكان ٢ . وهذا يصح أيضاً في نواة العديد من المجرات الاخرى ·

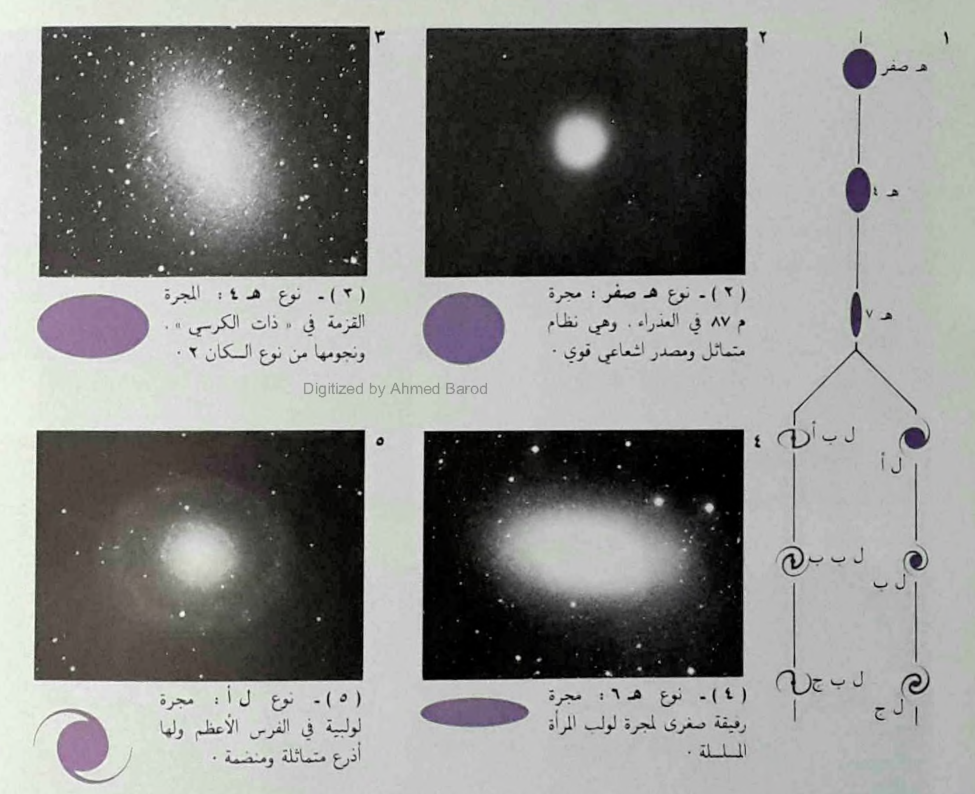
المجرات الفقيرة بالنجوم

كتلة جميع هذه المجرات الصغرى ضئيلة نسبياً ؛ فالقزمان في « معمل النحات » وفي « الفرن » مثلا . لا يبلغ مجموع كتلتيهما معاً سوى واحد بالمئة من كتلة مجرتنا · هذه المجرات وغيرها من الانظمة المماثلة هي فقيرة بالنجوم لدرجة انه ليس بالامكان ان يعرف فوراً انها مجرات حقيقية · نجومها من نوع السكان ٢ . لذلك كانت النجوم الرئيسية فيها عملاقة حمراء قديمة · ليس بين نجومها من المادة المنبثة بين النجوم قطعاً . او اذا كان منها القليل . فهو ليس كافياً لأن يُرى من الارض ، مما يوحي بأن تكوّن النجوم فيها قد توقف ·

لا يبدو ان هناك فروقات حقيقية بين المجموعة المحلية والكثير غيرها من مجموعات المجرات المعروفة ، الاّ ان دراسة المجموعة المحلية أكثر سهولة من غيرها . لوجودها في منطقتنا من الكون · فلو كانت المجرات القزمة كالتي في معمل النحات والفرن بعيدة عنا ملايين السنين الضوئية لما استطعنا كشفها مطلقاً ·

أنواع المجرات

يظهر من تفحص سريع للصور الفوتوغرافية أن للمجرات أشكالاً مختلفة (١٢) : فهناك مجرات ذات نمط لولبي، تكون حلقاته متسعة في بعضها ومتراصة في بعضها الآخر . واللولبات المقلّمة هي من هذه الأخيرة . وفيها تبدو الأذرع كأنها ناتئة من طرفي « قضيب » انطلاقاً من المركز ؛ ثمة مجرات اهليلجية . وهي تتراوح بين الأنظمة الكثيرة الطول والرفيعة . وبين تلك التي يصبح شكلها دائرياً تقريباً عندما تُرى من الأرض ؛ أخيراً تأتي المجرات غير المنتظمة ، التي ليس لها شكل معيّن على الاطلاق . هذه الفئة تحتوي على أكثر المجرات القزمة وعلى أنظمة غير منتظمة أكبر حجماً . مثل م ٨٢



(٢) - نوع **هـ صفر** : مجرة م ٨٧ في العذراء . وهي نظام متماثل ومصدر اشعاعي قوي .

(٣) - نوع **هـ ٤** : المجرة القزمة في « ذات الكرسي » . ونجومها من نوع السكان ٢ .

(٤) - نوع **هـ ٦** : مجرة رفيقة صغرى لمجرة لولب المرأة المسلسلة .

(٥) - نوع **ل أ** : مجرة لولبية في الفرس الأعظم ولها أذرع متماثلة ومنضمة .

(١) - نظام هبل يصنف المجرات الى ثلاثة أنواع . تتراوح المجرات الاهليلجية من **هـ صفر** الى **هـ ٧** ؛ تظهر المجرات **هـ صفر** كروية . فتعطي انطباعاً خادعاً بأنها عناقيد كروية . بينما تلك التي من النوع **هـ ٧** هي اهليلجية بشكل واضح . المجرات اللولبية تكون اما من النوع **ل أ** (نواة كبيرة وأذرع منضّمة) أو من النوع **ل ب** (نواة أصغر وأذرع أقل انضماماً) أو من النوع **ل ج** (نواة صغيرة وأذرع غير منضمة) . المجرات اللولبية

الذي هو مصدر اشعاعي شهير في الدب الأكبر .

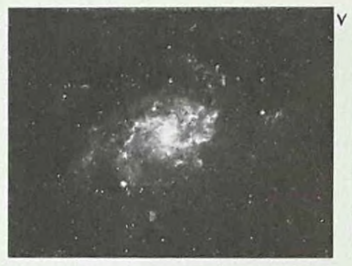
تصنيف هبّل

دخلت دراسة المجرات مرحلتها الحديثة في أوائل العشرينات . عندما استعمل ادوين هبّل (١٨٨٩ - ١٩٥٣) مرقباً ذا عاكس هوكر (٢٥٤ سم) في مرصد جبل ولسن في كليفورنيا . فجاءت أعماله تؤكد بصورة قاطعة وجود أنظمة خارجية قائمة بذاتها وليست مجرد أطراف متباعدة لمجرتنا . وضع هبّل طريقة تصنيف كانت أساساً لتصنيفات لاحقة (١) أكثر تعقيداً . فقد ميّز نظامه بين ثلاثة أنواع أساسية من المجرّات : اللولبية والاهليلجية واللولبية المقلّمة .

ان المقصود من هذا التصنيف لم يكن سوى اظهار درجات التسطيح المتزايدة . فالانظمة الاهليلجية هي في الحقيقة كرويّة .



(٦) - نوع ل ب : مجرة م ٨١ في الدب الأكبر وترى من زاوية أضيق من زاوية المجرة في الفرس الأعظم المذكورة سابقاً .



(٧) - نوع ل ج : مجرة م ٣٣ وهي مجرة اللولب المثلث وله نواة أقل تحديداً وأذرع أقل وضوحاً .



(٨) - نوع ل ب أ، مجرة في برج الأسد الأصغر . ذات أذرع لولبية تمتد من طرفي قضيب .

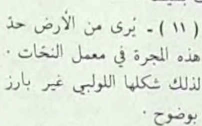


(٩) - نوع ل ب ب : مجرة في الفرس الأعظم . لها قضيب واضح وأذرع تمتد بوضوح من طرفيه .

المقلمة تنقسم الى ل ب أ ، ل ب ب ، ل ب ج . ما يزال نظام هبّل قيد الاستعمال .



(١٠) - نوع ل ب ج : مجرة في عنقود « الجاثي » . وفيها قضيب بارز بينما ليست الأذرع أكثر من امتدادات بسيطة .





(١١) - يُرى من الأرض حدّ هذه المجرة في معمل النحّات . لذلك شكلها اللولبي غير بارز بوضوح .

ولا تظهر اهليلجية الا عند اسقاطها فقط · على كل . ما تزال معرفتنا لتاريخ الكون محدودة . بحيث ينظر أكثر علماء الفلك بحذر وريبة الى أي تصنيف قائم على أساس التسلسل التطوري الشامل ·

ثابتة هبّل

حتى قبل أن تبرهن أبحاث هبّل على أن هناك مجرات واقعة خارج نطاق نظامنا ، كان العلماء قد استنتجوا . من دراستهم لأطياف **٤٠** مجرة كانوا قد حصلوا عليها . ان هذه المجرات تنحسر متباعدة عنا وفاقاً لقانون دوبلر في الانزياح (**١٤**) الذي يثبت أنه . اذا ابتعدت عنا مجرة . فخطوط طيفها تنزاح باتجاه طرف الطيف ذي الموجات الطويلة أو الأشعة الحمراء · وأنه كلما ابتعدت المجرّة . ازدادت سرعة ابتعادها ·

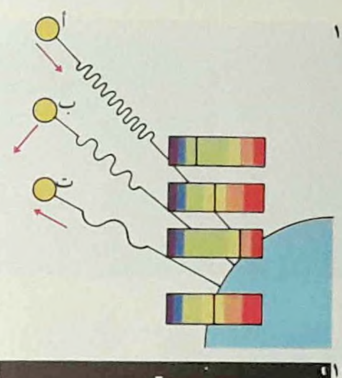
تثبّت هبّل بنفسه أن هناك علاقة

١٢

(١٢) - تضم هذه المجرات في برج الجاثي لوالب ولوالب مقلمة وأنظمة اهليلجية ·

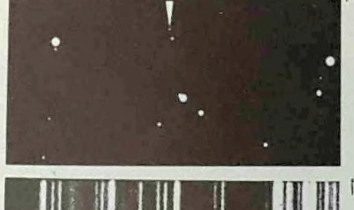
١٣

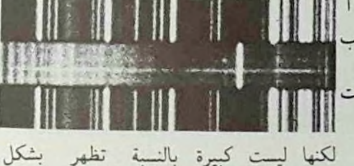
(١٣) - تبعد مجرة قبعة **١٤** السومبريرو م **١٠٤** مسافة **٤١** مليون سنة ضوئية . وهي جزء من عنقود العذراء ·



(١٤) - يحصل انزياح دوبلر عندما يعطي مصدر ضوء يقترب (أ) عدداً من الموجات بالثانية تدخل العين يكون أكبر من ذلك الآتي من مصدر ساكن (**ب**) . فتنزاح من جراء ذلك طول الموجة باتجاه الطرف البنفسجي من الطيف · لكن موجة الضوء لا تتأثر ولا تنزاح عند غياب الحركة النسبية (**ب**) · تحدث بالعكس سرعة الابتعاد أو الانحسار (**ت**) ازدياداً في طول الموجة وانزياحاً باتجاه الطرف الأحمر في الطيف ·

١٥





(١٥) - هذه مجرة من أكثر المجرات بعداً (السهم) · يقابل طيفها (**ب**) هنا مع أطياف مخبرية (**أ و ت**) · موقع الخط الأبيض فيها (المزاح الى اليمين) يظهر ان ضوء المجرة باتجاه الأحمر ·

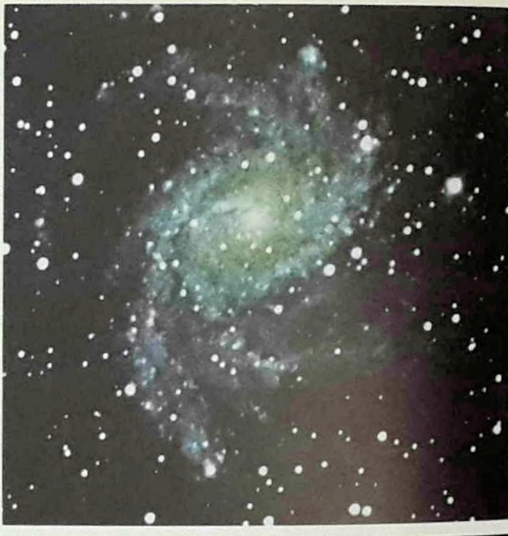
(١٦) - هذه مجرة لولبية رخوة · نواتها ظاهرة بوضوح . لكنها ليست كبيرة بالنسبة للأذرع اللولبية التي ليست بارزة ولا متراصة بالنسبة للمجرات المصنفة **ل أ** ·

(١٧) - تبعد مجرة الدوّامة م ٥١ ٣٧ مليون سنة ضوئية · وهي تواجهنا . ولذلك فهي تظهر بشكل ممتاز · انها أول مجرة لولبية تم التعرف عليها (اكتشفها ايرل روس سنة ١٨٤٥) ·

اختبارية معيّنة بين البعد وسرعة الانحسار ، فحواها أن سرعة الانحسار تتناسب طرداً مع المسافة . فعامل التناسب هذا معروف بثابتة هبَل .

قياس المسافات

لا يمكن قياس مسافات المجرات بدقة . بصدد الأنظمة القريبة (تلك التي في المجموعة المحلية وحتى تلك التي خارجها)



١٦



١٧

يمكن استعمال القاعدة المطبقة على القيفاوسيّات المتغيرة ، وهي القاعدة القائمة على العلاقة بين المدة والضياء . هذه الطريقة استعملت أصلاً لتحديد مسافات القيفاوسيّات ، لكن يمكن الآن استعمالها أيضاً لقياس مسافات نجوم أخرى ، خصوصاً وقد أصبح ممكناً التعويل عليها بعد أن تم توضيح الاختلاف بين أنواع المتغيرات من النجوم . فضل القيفاوسيّات انها نجوم قوية يمكن رصدها من مسافات تصل الى عدة ملايين من السنين الضوئية .

الا أن النجوم العملاقة الضخمة هي أقوى من القيفاوسيّات ، ويبدو من المرجح أنّ النجوم العملاقة الأكثر ضياء في مجرتنا تساوي تقريباً النجوم العملاقة في المجرّات الأخرى . لذلك يمكن استعمالها أيضاً كمؤشرات لتحديد المسافات ، رغم أن نتائج استعمالها ستكونْ على الأرجح أقل دقة من نتائج استعمال القيفاوسيّات. هذه الطريقة تصلح لقياس المسافات التي تصل حتى ٤٠ مليون سنة ضوئية . فضلاً عن ذلك هناك ، في عنقود مجرات العذراء ، مجرات من جميع الأنواع ، بما فيها مجرات لولبية . وهي أيضاً من الممكن الاستعانة بها بعد معرفة أحجامها ، بالطريقة نفسها التي استعين فيها بالقيفاوسيّات والنجوم العملاقة ، مع أن الدقة ستكون هنا أقل .

لا تعطي المجرات الواقعة خارج المجموعة المحلية الا معلومات قليلة ، حتى عند رصدها بالمراقب الضخمة . فوحده التصوير الفوتوغرافي المفصّل قادر أن يكشف لنا عن الطبيعة المتنوعة والخلابة لأنظمة النجوم المتناثرة بعيداً في الكون .

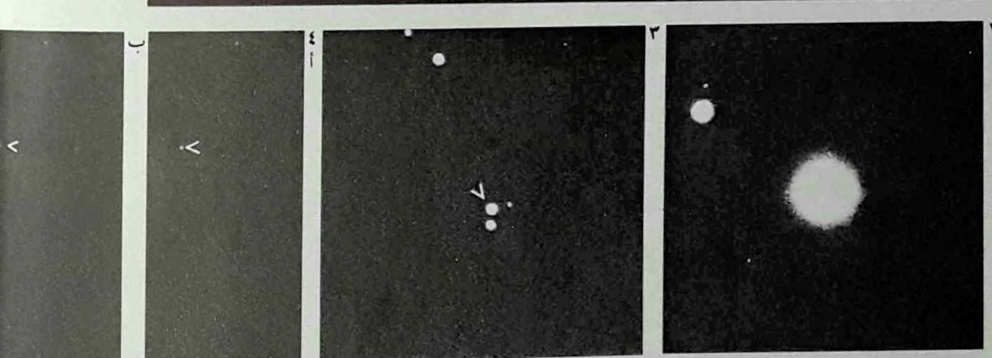
المجرات الاشعاعية والكوازارات

بعض المجرات مصادر قوية ليس للضوء فحسب ، بل للموجات الاشعاعية ايضا . وهي معروفة « بالمجرات الاشعاعية » . لا شك في ان جميع المجرات تبثّ اشعاعات ذات موجات طويلة ، لما في داخلها من بقايا متجددات عظمى وغيرها من المصادر الاشعاعية الدقيقة . غير ان طاقة هذه المصادر لا تُذكَر ازاء طاقة المجرات الاشعاعية .

مشكلة المجرات الاشعاعية

المجرة م ٨٧ مثل نموذجي عن مصدر اشعاعي قوي ، وهي واقعة في عنقود العذراء الشهير ، وتبعد عن الأرض حوالى ٦٠ مليون سنة ضوئية . ينطلق منها دفق غريب يبدو





(١) - المجرة غير المنتظمة المسماة م ٨٢ هي مصدر اشعاعي يبعد ١٠٥٠٠٠٠٠ سنة ضوئية . يبدو ان هناك بنيات هيدروجينية غازية معقدة كبيرة الحجم تتحرك في داخلها بسرعات تصل الى ١٦٠ كلم في الثانية . جميع الدلائل تشير الى ان انفجاراً هائلاً حدث داخل نواتها قبل رؤيتنا لها بـ ١.٥ مليون سنة (أي قبل ١٢ مليون سنة بالحقيقة) . فهي اذا خير مثل معروف عن مجرة منفجرة .

كأنه مواد تُقذف بسرعة فائقة · تبث م ٨٧ طاقة تزيد ١٠٠٠٠ ضعف عما هو منتظر منها · بعض المجرات الاشعاعية الأخرى هي أكثر منها بعداً بكثير · فالدجاجة أ مثلاً ، أولى المجرات الاشعاعية المكتشفة بصرياً (عام ١٩٥٤) ، تبعد ٧٠٠ مليون سنة ضوئية ·

قدمت عدة نظريات لتفسير الابتعاث الاشعاعي من هذه المجرات الاستثنائية · كان يظن في البدء أن المجرة الاشعاعية قد تكون مؤلفة من مجرتين اثنتين ، أي من نظامين منفصلين يمرّان أحدهما عبر الآخر في اتجاهين متعاكسين · في هذه الحال ، لا تتصادم النجوم الافرادية اثناء التلاقي الا نادراً ، لكن المواد التي بينها تتصادم ، فينجم البث الاشعاعي عن ذلك التصادم ·

دلت الابحاث الاضافية على أنه ليس بامكان تصادم المجرات اعطاء مقدار من الطاقة يكفي لتفسير ظاهرة الاشعاع هذه ،



(٢) - يقع الكوازار ، الذي تظهر هنا صورته الملتقطة بواسطة المرقب العاكس الضخم في جبل بالومار ، في برج العذراء · بسبب قدره ١٣ ، نراه أكثر الكوازارات اضاءة · انه أحد الكوازارات الأولى التي تم التعرف اليها ، وكان ذلك عام ١٩٦٣ ·

(٣) - تم تصوير هذا الكوازار بواسطة مرقب جبل بالومار العاكس الضخم · يبدو الكوازار (السهم) شبيهاً تماماً بالجرم الظاهر تحته والذي هو نجم عادي في مجرتنا ·

(٤) - التقطت الصورتان الفوتوغرافيتان لهذا الكوازار في مرصد غرينتش الملكي في اغسطس ١٩٦٦ (أ) وسبتمبر ١٩٧١ (ب) · يشار الى الكوازار بالسهم · من السهل ملاحظة انخفاض الاضاءة بالنسبة لنجوم أخرى · تعتري الكوازارات تقلبات في الاضاءة خلال فترات قصيرة ، مما يدل على أن حجمها يجب أن يكون مفرطاً في الصغر اذا قوبل بالمجرات ·

(٥) - يعتقد اليوم أن مجرة الظلمان الاشعاعية (أ) هي نظام واحد ، بعد أن كان يُظن انها مؤلفة من مجرتين متصادمتين · يجعلها دنوها من الأرض البالغ ١٢ مليون سنة ضوئية احدى أقرب المجرات الاشعاعية الينا · يبدو أنها تحتوي على كمية غير عادية من الغبار المنتشر · المصادر الضوئية فيها لا تقع في المركز البصري للجرم بل على جانبيه ·

لذلك استبعدت نظرية المجرات المتصادمة . يبدو الآن أن الاشعاعات انما هي نتيجة انفجارات هائلة داخل المجرات ذاتها . أحد الأمثلة الممتازة على ذلك هو مجرة م ٨٢ . وهي مجرة غير منتظمة في الدب الأكبر (١) . فقد وجُد أن هناك بنيات غازية ضخمة معقدة داخلها . تتنقل بسرعات تصل الى ١٦٠ كلم في الثانية . ويبدو من التحركات الملاحظة حالياً فيها أن انفجاراً حدث قرب مركز هذه المجرة منذ حوالى ١٢ مليون سنة من سنواتنا الأرضية .

أجرام جديدة في الفضاء

أدّى البحث عن الأجرام البعيدة . عام ١٩٦٠ . الى سلسلة مدهشة من الاكتشافات . فهنالك عدد من الأجرام كان يعتقد أنها بعيدة استناداً الى خصائصها الاشعاعية . فجاءت صور فوتوغرافية التُقطت بواسطة

٦



٧



(٦) - تكشف المراقب البصرية الأجرام التي تبث ضوءاً . بينما تكشف المراقب الاشعاعية اشعاعاتها ذات الموجات الأكثر طولاً . وكل تقنة من هاتين التقنتين تبرز معالم مختلفة من الجرم نفسه . في هذه الصورة . رُكِّبت الخريطة الاشعاعية (الخطوط الحمراء) للمرأة المسلسلة فوق الصورة البصرية . هذه المجرّة مصدر اشعاعي ضعيف . الا أن الخريطة تكشف عن مصادر اشعاعية غير مرئية من التي لا تبث ضوءاً . كتلك التي في أسفل يمين الصورة . تمتد الموجات التي يمكن كشفها بواسطة المراقب الاشعاعية من حد أقصى يصل الى ٣٠ متراً الى حد أدنى يبلغ ١ سم . الموجات التي تساوي أطوالها أقل من هذا الحد تمنعها الطبقة الجوية المحيطة بالأرض من الوصول الينا .

(٧) - العظاية شيء غير عادي . تبدو شبيهة بنجم اضاءته متغيرة . وعندما تصل الى حدها الأدنى تبدو وكأن حولها زغب . طيفها بدون معالم خاصة . اذ ليس فيه خطوط مضيئة أو مظلمة . يعطي الزغب الخارجي طيفاً يشبه طيف المجرة اللولبية . العظاية ليست نجماً . انها بعيدة ومضيئة ويقع مقدار اضاءتها بين اضاءة المجرة واضاءة الكوازار . وهي تبث اشعاعات قوية مما تحت الأحمر .

مرقب جبل بالومار تثبت أنها أجرام زرقاء شبيهة بالنجوم الزرقاء ، وظل الاعتقاد سائداً ، حتى عام ١٩٦٣ ، أنها نوع من النجوم الموجودة في درب التبّانة وغير المعروفة حتى ذلك الحين ، الى أن توصل م . شميت ، بواسطة مرقبه الضخم ، في مارس من ذلك العام ، الى تحديد هوية طيف أحد الاجرام الاشعاعية الزرقاء (٢) . في الوقت نفسه ، نشر غرينشتاين وماثيوز قياساتهما لانزياح

٨

(٨) - تصنف المجرتان في كوكبة الغراب في النوع ل ج ، لأن كلا منهما لولبية غير متراصة . كل منهما أيضاً مصدر اشعاعي . لا شك في أن النظامين مترابطين حقيقة ، وأنهما يقعان على بعد واحد من الأرض . فضلاً عن ذلك ، يبدوان كأنهما متداخلان ، مما أدى الى النظرية القائلة بأن الابتعاث الاشعاعي من المجرات متأت عن تصادمها . لو كانت هذه النظرية صحيحة ، لكانت هاتان المجرتان خير مثل على ذلك . غير أنه معروف اليوم أن نظرية تصادم المجرات خاطئة . النجمة الظاهرة في أسفل يمين الصورة تقع في مجرتنا ، ولذلك تظهر في أمامية الصورة .

جرم أزرق آخر نحو الطرف الأحمر في الطيف . هكذا أدّى التعرف الى أجرام أخرى من هذا النوع الى اكتشاف فصيلة جديدة من الاجرام هي أكثر بعداً من أية أجرام معروفة ، وتبتعد عنا ، في حالات عديدة ، بسرعة تربو على نصف سرعة الضوء .

المشكلات المتعلقة بالكوازارات

هذه الاجرام تعرف بالكوازارات (أو الكازارات) ، وهو اسم مختصر (بالانجليزية) لاسمها الأصلي أي الأجسام شبه النجمية . انها تواجه علماء الفلك بسلسلة من المسائل المحيّرة . فاذا افترضنا تقدير بعدها عنا صحيحاً ، يغدو من المحتم ان يكون اشعاع كوازار قوي متفوقاً بكثير على اشعاع مجرة كمجرتنا . لكن كيف يمكن لجرم صغير نسبياً (على كل اصغر بكثير من المجرة) أن يبث مثل هذه الكمية من الطاقة ؟ فضلاً عن ذلك ، فقد دلت القياسات الاشعاعية للقطر الزاوي للكوازارات ولسرعة تغيّر الضوء في بعضها على أن المصدر الرئيسي للطاقة فيها يقع في منطقة من الفضاء لا يزيد عرضها عن بضعة سنوات ضوئية .

يظهر إذن أن طرق انتاج الطاقة المألوفة في النجوم والمجرات العادية لا تصلح لتفسير هذه الظاهرات . لذلك أخذ العلماء يقترحون النظرية تلو النظرية عن الكوازارات . من هذه النظريات ، أن الكوازار ناتج عن عدة متجددات عظمى تنفجر بتتابع سريع . الا أنه لا يبدو هناك سبب لحدوث مثل هذه الانفجارات . هناك أخيراً نظريات تتحدث عن امكانية وجود مضاد للمادة أو فجوات سوداء ، لكنها ما تزال مجرّد تخمينات .

الكون المتمدّد

من جميع الاسئلة التي تواجه البشرية والتي بقيت بدون اجابة ، تظل تلك المتعلقة بأصل الكون أكثرها سحرا ، ومن المؤكد أيضا أنها من أكثرها غموضا ·

يتبين من التحليل الطيفي لبنية جسم مضيء ما اذا كان هذا الجسم يقترب منا او ينحسر مبتعدا عنا · فاذا كان يقترب ، يبدو طول موجة ضوئه كأنه يقصر . ويبدو الجسم اكثر زرقة ؛ اما اذا كان يبتعد ، فطول موجته الظاهر يبدو كأنه يزداد . ويظهر الجسم اكثر احمرارا · هذا ما يسمى بأثر دوبلر نسبة الى الفيزيائي النمساوي كريستيان دوبلر (١٨٠٣ - ١٨٥٣) الذي كان اول من نبّه اليه ·





(١) - الغيوم المؤلفة من النجوم في مجرتنا . كما تظهر هنا في كوكبة الرامي في صورة التقطها مرقب شميت . تدل على مركز مجرتنا (٦) · جميع المجرات خارج مجموعتنا المحلية تبتعد عن مجرتنا التي هي . بعد المرأة المسلسلة . أكبر عضو في المجموعة المحلية ·

(٢) - مجرة اللولب المثلث م ٣٣ هي أبعد عضو معروف في المجموعة المحلية من المجرات الظاهرة في الرسم (١) . وهي لا تبتعد عنا · كتلتها لا تساوي الا ١/٢٥ من كتلة مجرتنا · م ٣٣ هي لولبة من النوع العادي المتفتح . ويبلغ بعدها عن الارض ٢,٣٥ مليون سنة ضوئية ·

(٣) - م ٨٢ في الدب الأكبر مجرة غير منتظمة تبعد عنا ١٠,٥ ملايين سنة ضوئية . وتقع بعيداً وراء المجموعة المحلية · تدل تحركات الغاز بداخلها على ان انفجاراً هائلاً حدث فيها قبل رؤيتنا الحالية لها بـ ١,٥ مليون سنة · م ٨٢ هي ايضاً مصدر قوي للموجات الاشعاعية · منذ اكتشاف بقايا هذه الاشعاعات . طغت فكرة الكون المتطور على فكرة الخلق المستمر · ويبدو أن قياس موجات الاشعاعات الدقيقة يشير الى فترة دقيقة واحدة بعد بدء التمدّد · من التساؤلات المطروحة ، هل يحتوي الكون على كمية من المادة تكفي كي تتغلب قوى التجاذب فيه على قوى التمدد ؟

نتائج اثر دوبلر

يتكون طيف مجرة خارجية من اختلاط أطياف ملايين النجوم . الا أنه من الممكن التعرف على الخطوط الرئيسيه فيه · لقد تبين حتى الآن أن جميع أطياف المجرّات . باستثناء مجرات مجموعتنا المحلية (٦) ، تزيح باتجاه الاحمر · فاذا كانت هذه التحركات من نوع أثر دوبلر . ينتج عن ذلك أن الكون بأجمعه في حالة تمدد · وقد تبين أيضا ان الزيحان نحو الاحمر يزداد . كلما كان موقع المجرة أبعد . اذ ان ازدياد الزيحان يعني ازدياد سرعة الابتعاد ·

نظريات أصل الكون

قبل أن يكتشف هبَل دلائل حسّية على تمدد الكون بعدة سنوات . توصل الفلكي الهولندي ويلم دي سيتر (١٨٧٢ ـ ١٩٣٤) الى حل للنظرية عن الكون التي نشرها عام







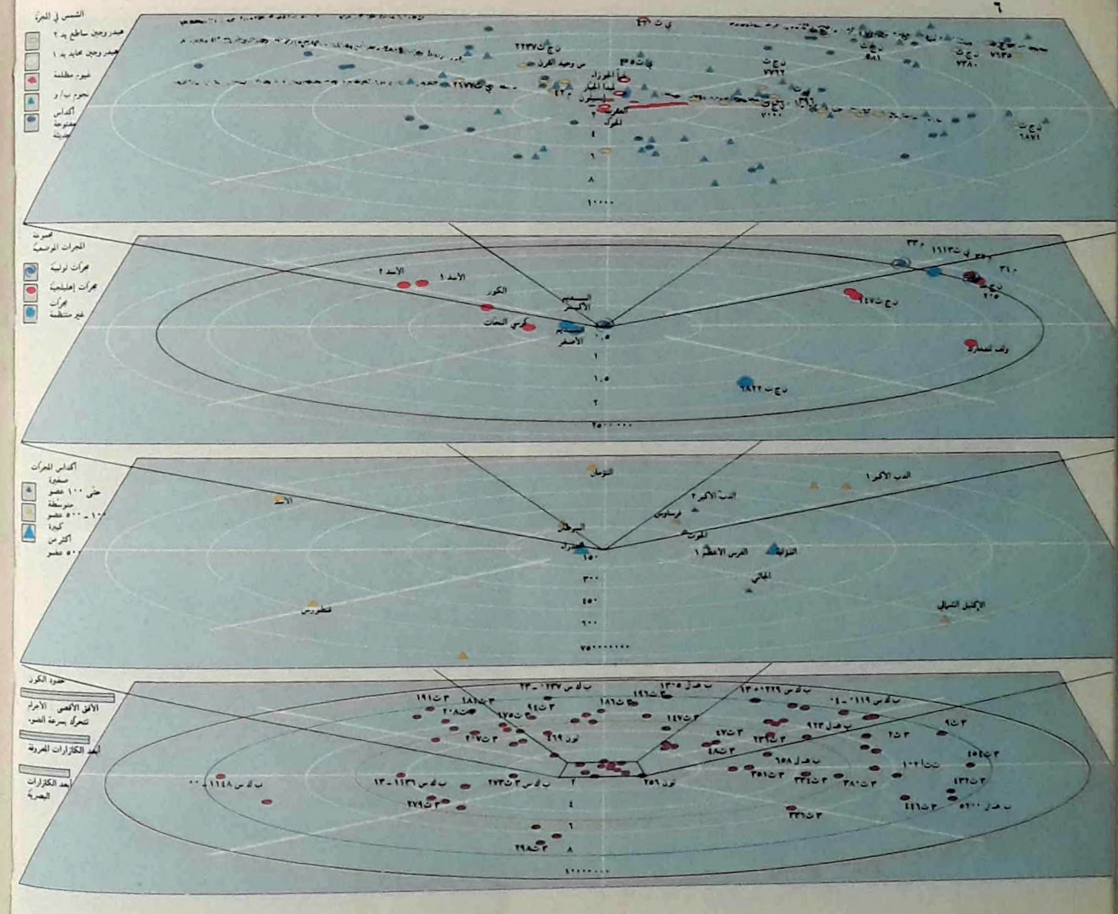
(٤) ـ من الممكن تمييز الاشكال اللولبية في مجموعة ستيفن الخماسية من المجرات · الا انه لا يمكن تقدير مسافات الانظمة البعيدة . الواقعة خارج حدود الرصد . الا بالاعتماد على زيحان دوبلر · حتى الآن لا يمكن قياس الاجرام التي تبعد اكثر من ١٠٠٠٠ مليون سنة ضوئية (الحد الظاهر في الرسم ٦) لا بالوسائل البصرية ولا بالوسائل الاشعاعية ·

(٥) ـ م ١٠١ في الدب لاكبر نموذج عن المجرات اللولبية · وهي واحد من الانظمة التي يمكن دراستها بالتفصيل لقربها الكافي ·

١٩١٧ الفيزيائي الرياضي ألبرت أينشتين (١٨٧٩ ـ ١٩٥٥) ٠ بعد ذلك بقليل، اكتشف العالم الروسي أ٠ فريدمن (١٨٨٨ ـ ١٩٢٥) مجموعة كاملة من الحلول لمعادلات اينشتين التي يتغير فيها شعاع الكون ومتوسط كثافته مع الزمن ٠ لكن بقيت هناك عدة مسائل بدون حل ٠

فوفاقا لنوع الكميات المتغيرة المعتمدة في المعادلات. كانت النماذج النظرية المقترحة تؤدي اما الى نظرة تقول بكون يتمدد مع الزمن الى ما لانهاية له. أو الى نظرة تقول بكون ينتهي منهارا على ذاته ٠ لذلك حاول العديد من أصحاب النظريات البارزين، أمثال آرثر ادنغتون (١٨٨٢ ـ ١٩٤٤) وجورج لوميتر (١٨٩٤ ـ ١٩٦٦). ادخال تعديلات على نماذج الكون المتمدد المقترحة. جاءت كلها متفقة على افتراض نقطة ابتداء للكون في الزمن. كانت فيها المادة الاصلية مضغوطة

٦



في حيّز متناهي الصغر ·

في عام ١٩٤٦ ، جاء جورج غاموف (١٩٠٤ - ١٩٦٨) بفكرة (عرفت بنظرية الدويّ الكبير) تقول بأن حرارة المادة الأصلية في مرحلتها الابتدائية كانت عالية بحيث احدثت انفجارا · وقال أيضا ان العناصر العادية المألوفة في الكون تكونت من الهيدروجين الأصلي خلال الدقائق الاولى بعد بدء التمدد الناجم عن الانفجار ·

المفاهيم الصعبة التي تحتوي عليها فكرة بدء الزمن (ومقابلتها بتقديرات عمر الكون والارض) قادت فريد هويل (١٩١٥ -) و ت · غولد عام ١٩٤٨ الى فكرة تقول ان الكون لم يكن له بداية قط . لكنه في حالة دائمة من الخلق المستمر . وهذا يعني أن ذرات الهيدروجين تخلق باستمرار مكوّنة النجوم والمجرات بمعدل كاف للتعويض عن المجرات التي تخرج من نطاق رؤيتنا نتيجة لتمدد الكون ·

أسئلة حول التطور

منذ اكتشاف بقايا الاشعاعات ذات الموجات الدقيقة . طغت فكرة الكون المتطور على فكرة الخلق المستمر · الا أنه ظلت هنالك مجالات للتساؤل · أحد التساؤلات يتعلق بمصير الكون مستقبلا : فهل يحتوي الكون الآن على كمية من المادة تكفي كي تتغلب قوى التجاذب فيه على قوى التمدد ؟

فالكثافة الحرجة هي ٢ × ١٠- ٢٩ غرام / سم ٣ ، الا أنه من غير المرجح أن تؤدي هذه الكثافة الى حل المشكلة . وذلك بسبب الابهام المحيط بكمية المادة غير المنظورة الموجودة في الفضاء . يبدو أقرب الى الحقيقة القول أن ما سيساعد على الحل المنشود هو التوصل الى رصد الأجرام البعيدة في الفضاء . كالكوازرات مثلا ومعرفة كيف تتغير سرعة ابتعادها مع المسافة ·

في الوقت الحاضر . لا يسمح تناثر النتائج وتضاربها باستخلاص أي شيء ثابت · هنالك سؤال أكثر الحاحا يتعلق بحالة الكون في بدء الزمن · تقوم النظريات على افتراض حالة شاذة كانت فيها كثافة المادة لا متناهية·

(٦) - تظهر هذه الرسوم البيانية سعة سلم القياس الكوني · نرى فيها أولا المنطقة التي بالامكان مراقبتها بصريا في مجرتنا · في هذا السلم . تكفي نقطة مجهرية لتمثيل النظام الشمسي بكامله · ترى في هذا النظام نجوم وعناقيد نجوم وتجمعات نجمية وسدم غازية كسديم الوردية وسديم الجوزاء م ٤٢ · اعطيت المسافات هنا بآلاف السنين الضوئية . بحيث يمثل الخط الأبيض الخارجي مسافة ١٠٠٠٠ سنة ضوئية بعداً عن الشمس · ثم نرى المجموعة المحلية من المجرات . وهي تحتوي على ٢٤ عضوا . أكبرها المجرة اللولبية م ٣١ في المرأة المسلسلة . ثم مجرتنا . ثم اللولب المثلث م ٣٣ ، واخيرا غيمتا ماجلان اللتان هما رفيقتا مجرتنا · اما الأعضاء الأخرى من المجموعة المحلية كالأسد ١ والأسد ٢ ، فهي مجرات قزمة · أعطيت المسافات هنا بملايين السنوات الضوئية · قد تكون المجرتان مافَي ١ ومافَي ٢ المكتشفتان حديثا عضوين أيضا في المجموعة المحلية . الا أن الغبار الكثيف الحاجز بينهما وبيننا في مستوي مجرتنا يجعل دراستهما صعبة · لا يبدو أن مجرّات المجموعة المحلية تبتعد عنا · المنطقة الثالثة تبعد اكثر من ٧٥٠ مليون سنة ضوئية . وهي تحتوي على العديد من عناقيد المجرات . كعنقود العذراء الغني بالمجرات · أما المنطقة الرابعة التي يزيد بعدها على ١٠٠٠٠ مليون سنة ضوئية . فليس بالامكان حتى الآن رصدها لا بالوسائل البصرية ولا بالوسائل الاشعاعية · فالكوازارات ذاتها . وهي أبعد الأجرام عنا . ليست بعيدة الى هذا الحد ·

خرائط الكوكبات

بعض الخيال يكفي لرسم اشكال مستوحاة من نجوم السماء · من تشكيلات الكواكب ما هو معروف جداً : مثل كوكبة المحراث (أو الدب الأكبر) بنجومها السبعة ، وكوكبة الدب الأصغر بنجومها السبعة أيضاً وكوكبة الجبار ، وفي نصف الكرة السماوية الجنوبي ، ترتدي نجوم الصليب الجنوبي الأربعة طابعاً خاصاً ، مع انها أشبه الى طيارة ورقية منها الى صليب ·

في الأزمنة الغابرة ، صُنِّفت النجوم ضمن كوكبات أطلق عليها الأقدمون أسماء مختلفة · لكن تقتضي الاشارة الى ان هذا التصنيف قائم على البصر أي أنه نتيجة لظاهرة خط الرؤية أو لما يسمى بالمنظورية في فن الرسم أي



(١) - فلك البروج (أ) هو اسقاط مدار الأرض على الكرة السماوية (ب) أو بتعبير آخر ، هو الطريق السنوي الذي يبدو لنا ان الشمس تسير عليه بين النجوم (الخط المنقط) · يمر هذا الخط بكوكبات دائرة البروج التي اطلق عليها بطليموس الأسماء الآتية : ساكب الماء أو الدلو (١) . الجدي (٢) . الرامي أو القوس (٣) . العقرب (٤) . الميزان (٥) . العذراء (٦) . الأسد (٧) . السرطان (٨) . التوأمان (٩) . الثور (١٠) . الحمل (١١) . الحوت أو قيطس (١٢) · يرجع أصل علامات البروج الى البابليين . وقد ارتدت هذه العلامات طابعاً رمزياً باطنياً ازداد رواجه اليوم مع انبعاث الاهتمام المعاصر بالتنجيم ·

(٢) - هذه الساعة المائية العربية القديمة تحتوي على دائرة البروج . والكوكبات ممثلة فيها بوضوح · كانت الفهارس النجمية العربية أدق بكثير مما سبقها من الفهارس ·

نتيجة لكيفية ظهور الاجرام لعين مراقبها حسب مكانه على سطح الكرة الأرضية . وأنه بالتالي ليس بالضرورة من رابطة حقيقية في الفضاء الكوني بين نجوم كوكبة معينة .

اولى خرائط النجوم

لما لم تكن للأقدمين أية فكرة عن بنية الكون الحقيقية ، اعتقدوا ان النجوم على مسافة واحدة منهم . لو كان الأمر كذلك ، لكانت دراسة الكوكبات بحد ذاتها مفيدة للغاية . لعل كوكبات البروج أقدم الكوكبات المعروفة . وكان البابليون أول من رسم دائرة البروج وقسمها الى ١٢ كوكبة (١) . مما أدى الى التقويم السنوي الأثني عشري . وضع الصينيون (٨) والمصريون (٤) في ما بعد خرائط للسماء أيضاً . واعطوا اسماء لكوكبات النجوم . كذلك فعل الأغريق . لكن نظامهم كان الأبقى .



(٣) - البروج اليابانية تحمل اسماء حيوانات ، الكلب (أ) ، الديك (ب) ، الحيّة (ت) ، النبر (ث) ، الجرذ (ج) ، البومة (ح) . وهي تظهر هنا بشكل ازرار .

(٤) - يظهر أثر التنجيم الأغريقي على المصريين في هذه الرسوم لكوكبتي العقرب والرامي الموجودة في داخل ضريح مومياء تعود الى القرن الثاني ق . م .

(٥) - رسوم هندية للكوكبات يظهر فيها ماكارا (أ) أي الوحش البحري ، وكومبا (ب) أي الابريق الذي كرسته الاسطورة بقولها أنه يحتوي على اكسير يفتح للآلهة ابواب السماء .

تسمية الكوكبات

حوالي العام ١٥٠ ق.م. وضع هيبارخوس، أحد أقطاب الفلكيين القدامى، جدولاً بالنجوم، اعتمده في ما بعد بطليموس الاسكندري لوضع لائحته المتضمنة ٤٨ كوكبة. تظهر هذه الكوكبات حتى اليوم في خرائط النجوم. وان طرأ على حدودها كثير من التعديل. صنف بطليموس النجوم حسب قدرها، أي ضيائها الظاهر للعين. فأعطى لأكثر النجوم تألقاً رقم ١ ولأقلها ضياء رقم ٦ (وهو منتهى حد الرؤية للعين المجردة في سماء صافية).

أُطلقت على كوكبات بطليموس اسماء اسطورية أكثرها اسماء كائنات حية، ونادراً اسماء جوامد. لائحة بطليموس تتضمن جميع الكوكبات المرئية من الاسكندرية، حيث يقال ان بطليموس أمضى حياته. تسمياته اللاتينية ما زالت يعمل بها حتى اليوم؛

٦



(٦) - كوكبات بطليموس الرئيسية تظهر على هذه الخريطة التي وضعها يوهانس جانسونيوس عام ١٦٦٠. تعقيد هذه الأشكال حمل الفلكي الانجليزي وليم هرشل في القرن الثامن عشر على القول بانها انما رسمت لخلق أكبر قدر ممكن من الصعوبات. عُدّلت هذه الخريطة فيما بعد.

(٧) - لكوكبات دائرة البروج الاثنتي عشرة علاقة بمسار الشمس الظاهر في فلك البروج. في شهر آذار من السنة من المفروض ان يرى مراقب ارضي الشمس في الحمل. لكن بما ان هذه الكوكبة لا تكون فوق الأفق الا في النهار، فليس بالامكان مراقبتها.

اورسا مايور (الدب الأكبر) . آريس (الحمل) . اكواريوس (ساكب الماء ، أو الدلو) . كذلك الاسماء التي تمثل شخصيات اسطورية . مثل فرساوس وقيفاوس وكاسيوبيا (ذات الكرسي) واندروميدا (المرأة المسلسلة) .

قيل ان السماء كتاب كبير مصور (١) ينطوي على الأساطير الكلاسيكية ويحافظ عليها . منها مثلاً اسطورة الملكة كاسيوبيا ،

٧

٨



(٨) - ان رموز البروج الصينية تمثل أيضاً حيوانات . بعضها يظهر هنا على مزهرية ترجع الى القرن الخامس أو السادس ق . م .

التي طالما بالغت بالتغني بجمال ابنتها اندروميدا . حتى افضى ذلك الى اختطاف ابنتها وربطها الى صخرة على الشاطىء ريثما يصل اليها وحش أرسله اليها إله البحر ليفترسها . كادت اندروميدا تلاقي حتفها المشؤوم ، لولا تدخل البطل الشهم ، فرساوس ، الذي كان عائداً من رحلة قضى خلالها على احدى الغورغونات . المسمّاة مدوسة ؛ تلك المخلوقة الرهيبة التي تنبت على رأسها الافاعي بدلاً من الشعر ولها نظرة تحجّر كل من يتطلع اليها .

جميع الشخصيات الرئيسية في هذه الأسطورة ممثلة في نصف الكرة السماوية الشمالي : اندروميدا (المرأة المسلسلة) ، والداها قيفاوس وكاسيوبيا (ذات الكرسي) ، الوحش البحري قيطس (الحوت) . والبطل فرساوس طبعاً ، ويرمز الى رأس الغورغونة نجم الشيطان ، المعروف باسم الغول .

كوكبات جديدة

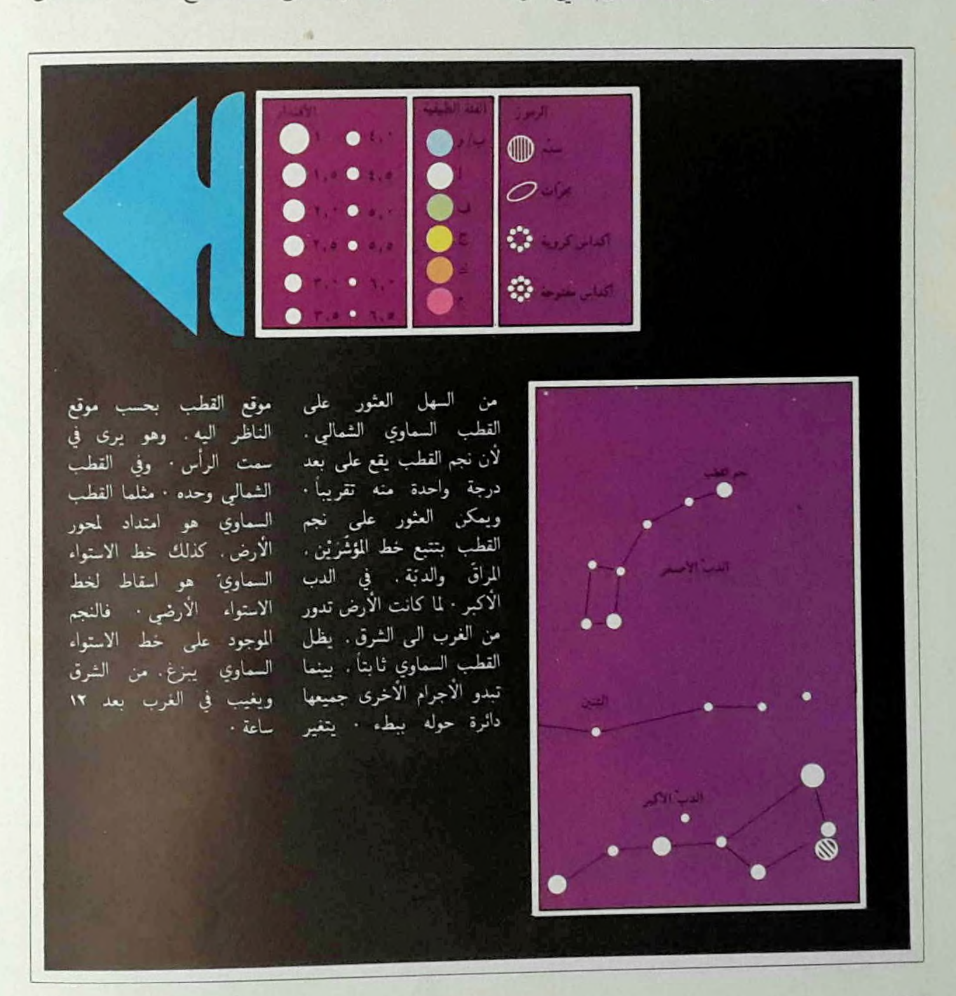
لم يتضمن جدول بطليموس غير النجوم الرئيسية المرئية من الاسكندرية . لكن الفلكيين راحوا يكملون ذلك الجدول باضافة كوكبات جديدة الى كوكباته الثماني والاربعين . لقد جاء وقت كان فيه كل فلكي لا يرتاح له بال حتى يضيف شيئاً جديداً الى سماء كانت قد أمست مزدحمة بالنجوم . بلغت هذه الموجة أوجها مع ج . أ . بود في أواخر القرن الثامن عشر ، الذي أوجد كوكبات جديدة أطلق عليها اسماء لاتينية غريبة اعتبرت بربرية في حينها . في ما بعد حُصِر عدد الكوكبات بـ ٨٨ ، وخطط حدودها الاتحاد الفلكي الدولي عام ١٩٣٤ .

دليل النجوم :
النصف الشمالي (١)

تهيمن على السماء الشمالية البعيدة كوكبة الدب الأكبر . ولعلها أشهر كوكبات السماء . وتؤلف نجومها السبعة الشكل المعروف عامة باسم المحراث · ستة من هذه النجوم هي من القدر الثاني · أما السابع . وهو دلتا الدب الأكبر . أو المغرز . فهو دون القدر الثالث .

الدب الأكبر : الكوكبة الرئيسية

من غير الممكن عدم الانتباه الى أن ضوء المغرز باهت نسبياً ؛ مع ذلك صنّفه فلكيّو الأزمنة القديمة في مستوى رفقائه سطوعاً . مما يضطرنا الى الاستنتاج انه . اذا كان

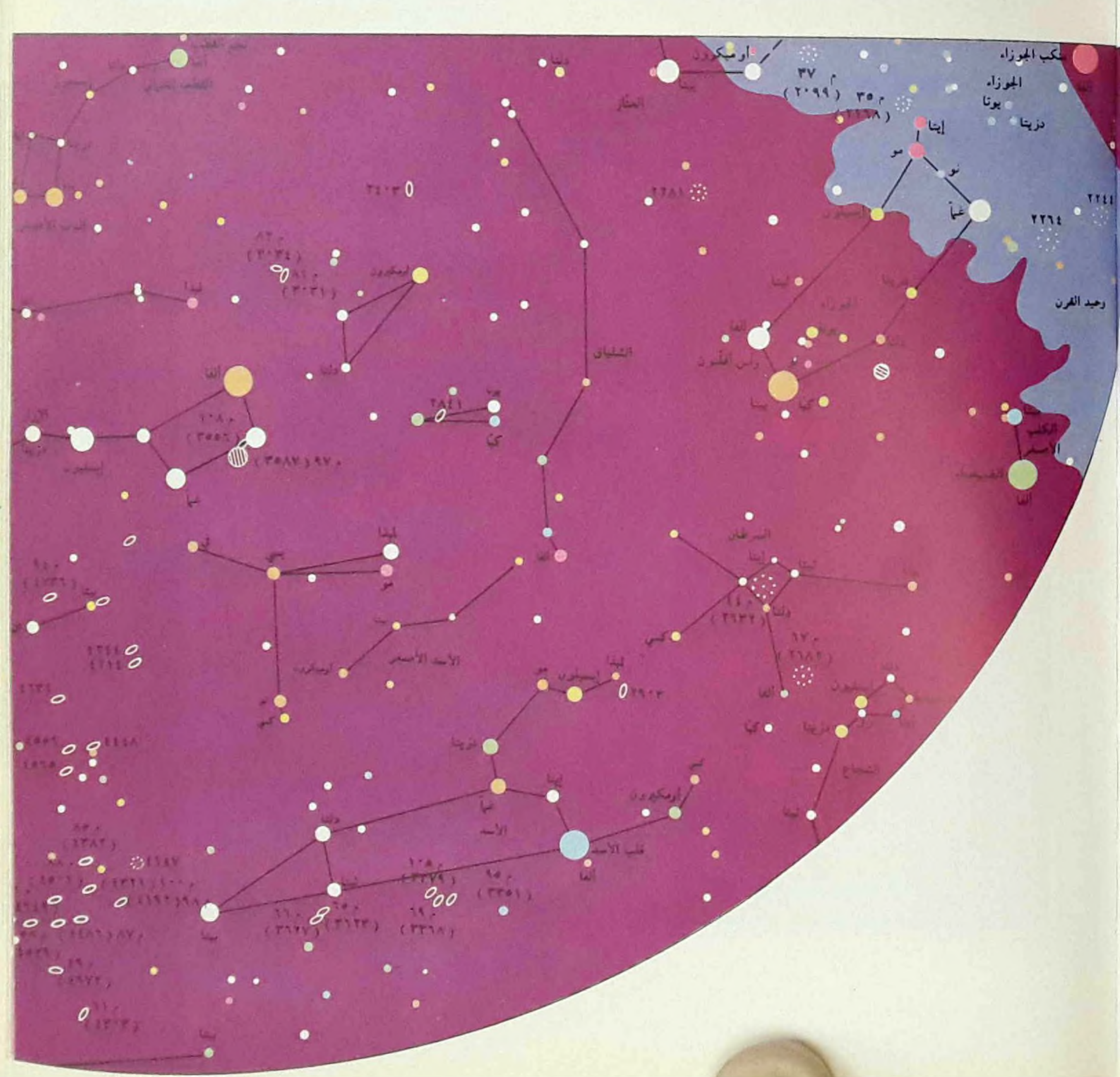


من السهل العثور على القطب السماوي الشمالي . لأن نجم القطب يقع على بعد درجة واحدة منه تقريباً · ويمكن العثور على نجم القطب بتتبع خط المؤشّرَيْن . المراقَ والدبّة . في الدب الأكبر · لما كانت الأرض تدور من الغرب الى الشرق . يظل القطب السماوي ثابتاً . بينما تبدو الأجرام الأخرى جميعها دائرة حوله ببطء · يتغير موقع القطب بحسب موقع الناظر اليه . وهو يرى في سمت الرأس · وفي القطب الشمالي وحده · مثلما القطب السماوي هو امتداد لمحور الأرض . كذلك خط الاستواء السماويّ هو اسقاط لخط الاستواء الأرضي · فالنجم الموجود على خط الاستواء السماوي يبزغ . من الشرق ويغيب في الغرب بعد ١٢ ساعة ·

وصفهم للنجوم صحيحاً (وهذا غير أكيد اطلاقاً) . فيجب أن يكون نور المغرز قد بهت الى حد كبير منذ ذلك الحين · النجم ألفا أو الدبة هو أكثر النجوم الهادية الى القطب الشمالي اشراقاً . وهو ذو لون برتقالي · لون النجوم الأخرى أبيض أو أبيض مائل الى الزرقة · يقع بقرب المئزر، او زيتا · نجم أضعف منه هو الخوّار. وهذا ما يجعل المئزر يظهر بالمرقب كنجم مزدوج جميل · من شمالي أوروبا وأقصى شمالي الولايات المتحدة . يبدو الدب الأكبر محيطاً بالقطب . مما يعني أنه لا يغرب أبداً . وانه بالتالي مفيد جداً لتحديد مواقع النجوم والكوكبات ·

من الجاثي (هرقل) الى العذراء

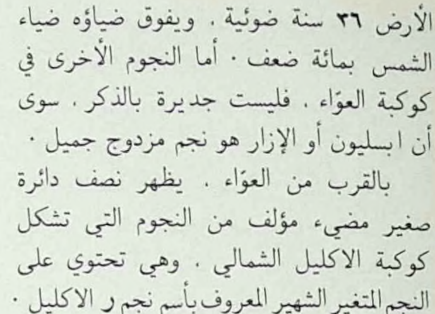
أكثر النجوم ضياء في كوكبة الجاثي



الكبيرة والمعقدة الشكل هو بيتا الذي يزيد عن القدر الثالث سطوعاً ؛ هناك أيضاً ألفا أو رأس الجاثي . وهو نجم متغيّر شبه منتظم يقع بين القدرين الثالث والرابع . ويبدو نجماً عملاقاً أحمر . يرافقه نجم صغير مخضر اللون يُرى بالمراقب الصغيرة . غير أن أطرف ما في كوكبة الجاثي المجموعتان الكرويتان **م ١٣** و **م ٩٢** . ترى **م ١٣** بالعين المجردة . وهي أجملهما . لكن مرقباً صغيراً يكفي لتفكيك أطرافها الى النجوم التي تتألف منها .

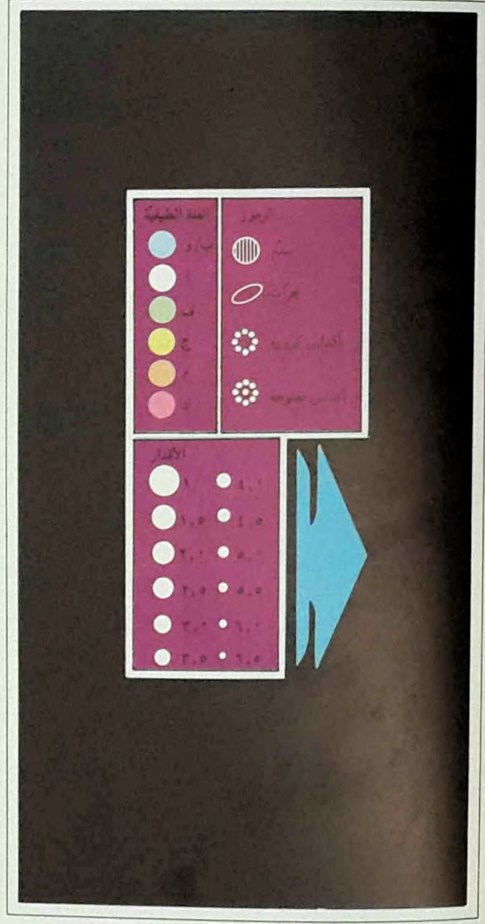
اذا تتبعنا المقوّس الذي يرسمه ذيل الدب الأكبر . نصل الى السماك الرامح . النجم الساطع في كوكبة العوّاء أو الراعي . السماك الرامح أكثر نجوم نصف الكرة السماوية الشمالي ضياء . قدره ٠,٠٦ . ولونه برتقالي فاتح . وطيفه من نوع بو . يبلغ بعده عن





الأرض ٣٦ سنة ضوئية . ويفوق ضياؤه ضياء الشمس بمائة ضعف . أما النجوم الأخرى في كوكبة العوّاء ، فليست جديرة بالذكر ، سوى أن ابسليون أو الإزار هو نجم مزدوج جميل .

بالقرب من العوّاء . يظهر نصف دائرة صغير مضيء مؤلف من النجوم التي تشكل كوكبة الاكليل الشمالي . وهي تحتوي على النجم المتغير الشهير المعروف بأسم نجم ر الاكليل .



من الأسد الى الكلب الأصغر

كوكبة الأسد أكثر ما يرى بوضوح في نصف الكرة السماوية الشمالي خلال فصل الربيع . يقع نجمها الرئيسي قلب الأسد في طرف خط مقوّس معروف بالمنجل ، وهو من القدر الأوّل . غمّا ، أو الجبهة ، نجم جميل مزدوج جزءاه غير متساويين . أما نجم بيتا أو ذنب الدجاجة الواقع في جهة الأسد الأخرى ، فهو الآن من القدر الثاني ، لكنه كان مصنفاً في الماضي من القدر الأول ، مما يوحي بأن نوره قد خبا كثيراً منذ ذلك الحين . بقرب الأسد ، تقع كوكبة السرطان التي تحتوي على المجموعتين المفتوحتين الشهيرتين ، م ٤٤ أو النثرة التي تُرى بسهولة بالعين المجردة في الليالي المظلمة ، و م ٦٧ التي تُرى بمنظار عادي .

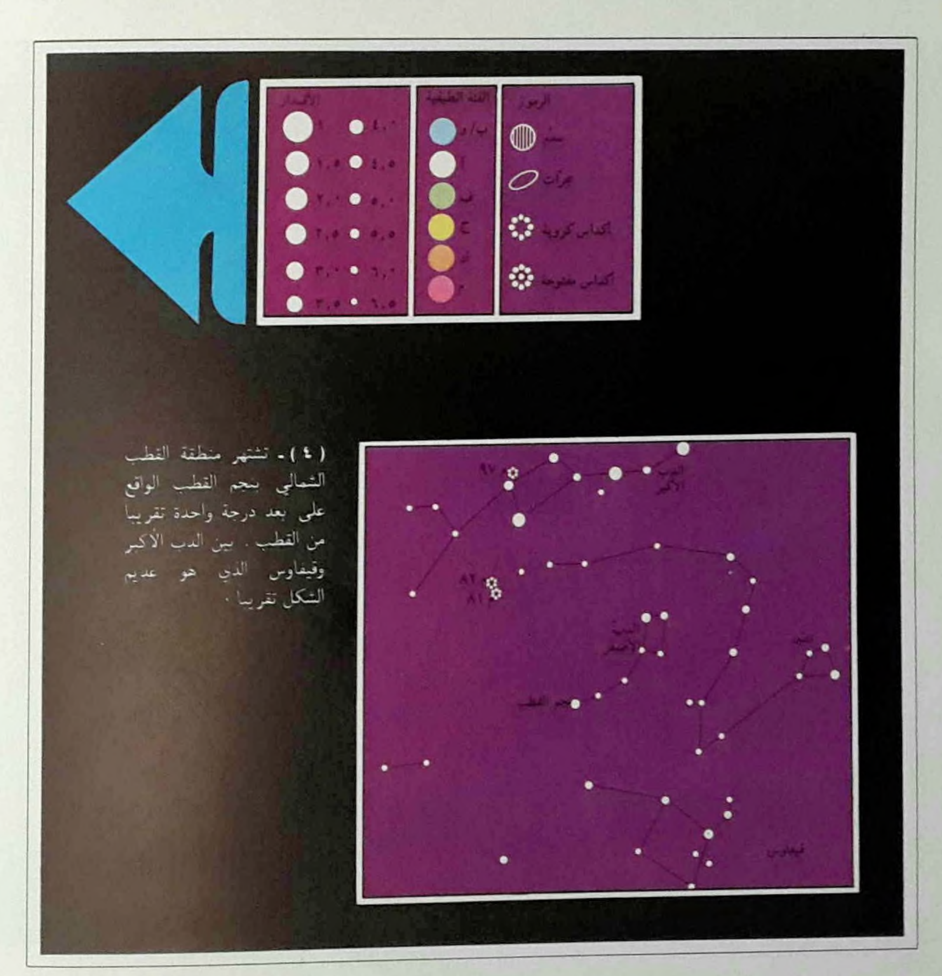
يقطع خط الاستواء السماوي في الوسط كوكبةَ الجوزاء المتألقة . لذلك لا يُرى سوى قسم منها على هذه الخريطة ؛ نجمها الرئيسي هو منكب الجوزاء . بالقرب من الجوزاء ، يقع التوأمان ، رأس أفلون ورأس هرقل ، وهما من كوكبة التوأمين . رأس أفلون من القدر الأول ، ورأس هرقل بين القدر الأول والقدر الثاني . قد يكون هو أيضاً من النجوم التي اعتراها الخبو . لرأس هرقل طيف من نوع بو ، ولونه برتقالي صافٍ . أما رأس أفلون ، فهو نجم متعدد ، يتألف من جزئين رئيسيين كل منهما هو بدوره نجم مزدوج . النجم المتألق الأخير في التوأمين هو غمّا أو الهنعة من القدر الثاني . بالقرب من التوأمين ، تقع كوكبة الكلب الأصغر ، وفيها نجم ألفا (الغميصاء) وهو نجم متألق من القدر الأول ومن أقرب النجوم الينا وله رفيق قزم أبيض .

دليل النجوم :
النصف الشمالي (٢)

تأتي كوكبة ذات الكرسي ، التي تظهر نجومها الرئيسية بشكل W أو شكل M واضح ، بعد الدب الأكبر مباشرة من حيث الأهمية ، في كوكبات أقصى الشمال .

ذات الكرسي : الكوكبة الرئيسية

النجم الأوسط في الشكل W ، وهو غمّا ذات الكرسي ، متغير غير منتظم ، يكون عادة على عتبة القدر الثاني ، لكنه يتوهج أحياناً فجأة حتى القدر ١,٦ ، كما حدث عام ١٩٣٦ · طيفه غريب من نوعه ، وهو ينمّ عن نجم عديم الاستقرار · ألفا أو الصدر نجم له طيف من نوع بو ، ويظَن أن بريقه بطيء



(٤) ـ تشتهر منطقة القطب الشمالي بنجم القطب الواقع على بعد درجة واحدة تقريبا من القطب ، بين الدب الأكبر وقيفاوس الذي هو عديم الشكل تقريبا .

التغير . أما بيتا ، فهو نجم ثابت قدره ٢,٣ .

في الشكل W نجمان متجهان نحو كوكبة الجبار التي تحتوي على نجم من القدر الثاني أو ألفا أو المرفق ، كما تحتوي على بيتا أو رأس الغول ، وهو نجم شهير مزدوج يتعرض للخسوف ويتراوح قدره بين ٢,٢ و ٣,٥ . لعل أكثر ما يلفت النظر في كوكبة الجبار ما يظهر في المجال المرقبي بشكل عنقودين متفتحين لهما منظر رائع . لكل عنقود قطر يبلغ ٧٥ سنة ضوئية . وهو يقع على مسافة ٧٠٠٠ سنة ضوئية من الأرض .

من مُمسك الأعنَة الى المثلَث

تنساب مجرة درب التبانة عبر ذات الكرسي والجبار ممتدة الى ممسك الأعنَة ، حيث النجم الرئيسي هو العيّوق الذي يقع في



الجهة المقابلة للقطب السماوي ويبلغ تألقه تألق النسر الواقع . يبعد العيوق مسافة ٤٥ سنة ضوئية عن الأرض . وطيفه من نوع طيف الشمس . مع أنه نجم عملاق يفوق الشمس ضياء . يشكلّ ابسيلون ممسك الأعنّة رأس المثلث وهو نجم مزدوج . النجم القريب منه . زيتا ممسك الأعنّة . هو مزدوج أيضاً . وله خسوف طويل الأمد (٩٧٢ يوماً) .

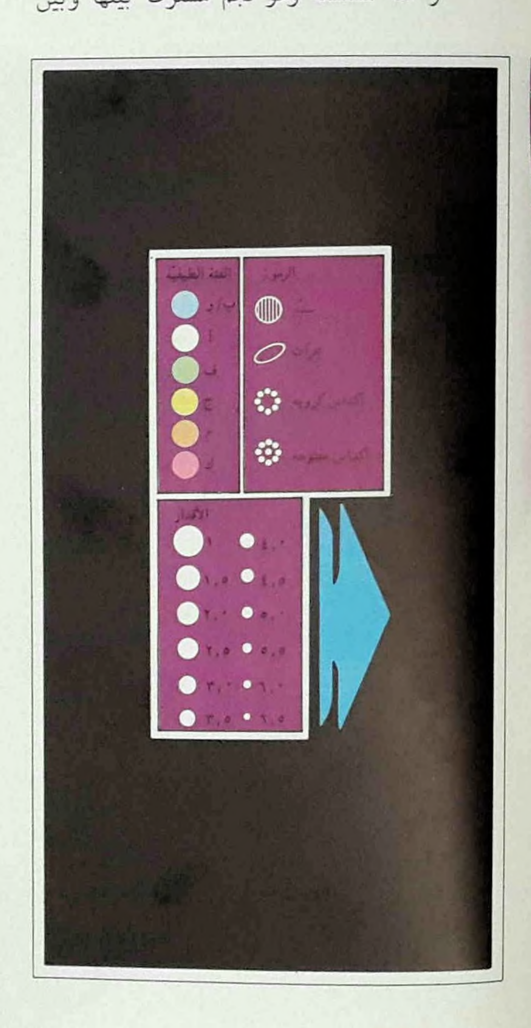
تقع كوكبة الثور الى جانب ممسك الأعنّة . أهم نجومها الدّبَران . وهو نجم برتقالي اللون من القدر الأول . يقع على امتداد خط نجوم حزام الجوزاء الثلاثة الواقعة في نصف الكرة الجنوبي . يحتوي الثور على أشهر عنقودين متفتحين من النجوم في السماء . هما الثريا والقلّاص . كما يحتوي أيضاً على سديم السرطان م ١ وعلى نجم زيتا القريب



منه والذي هو من القدر الثالث ·

يمكن الاستعانة بذات الكرسي لتحديد موقع كوكبة الفرس الأعظم التي يبرز مربعها في امسيات الخريف في نصف الكرة الشمالي ·

يشكل خط النجوم المنطلق من الفرس كوكبة المرأة المسلسلة المشهورة بمجرتها اللولبية **م ٣١** · تحتوي هذه الكوكبة على نجم الفرس أو ألفا المسلسلة وهو نجم مشترك بينها وبين



كوكبة الفرس . ومن بين نجومها من القدر الثاني بيتا . وهو نجم أحمر برتقالي . وعَمَا المزدوج البرتقالي الجميل .

بجوار مربع الفرس . كوكبة برج الحوت الباهتة · في المنطقة ذاتها . تقع كوكبة الحمل بنجمها ذي القدر الثاني . الحمل أو ألفا . كما تقع أيضاً كوكبة المثلث بمجرتها اللولبية غير المتراصّة **م ٣٣**

من القيثارة الى الدلفين

النسر الواقع هو أحد النجوم الثلاثة المتألقة التي تشكل ما سمّي بصورة غير رسمية « مثلث الصيف » في كوكبة القيثارة · هذا النجم هو أحد النجوم الخمسة الأكثر تألقاً في السماء . ومن السهل التعرف اليه · أما القيثارة . فهي كوكبة صغيرة . لكنها تشتمل على عدد من الاجرام الطريفة · فابسيلون القيثارة مثلاً نجم رباعي . أما بيتا . فهي نجم متغير شهير بكسوفاته · وبين هذا النجم ونجم غمَا القيثارة ذي القدر الثالث يقع أشهر السدم الكوكبية **م ٥٧** الذي تحيط به غلافات غازية ·

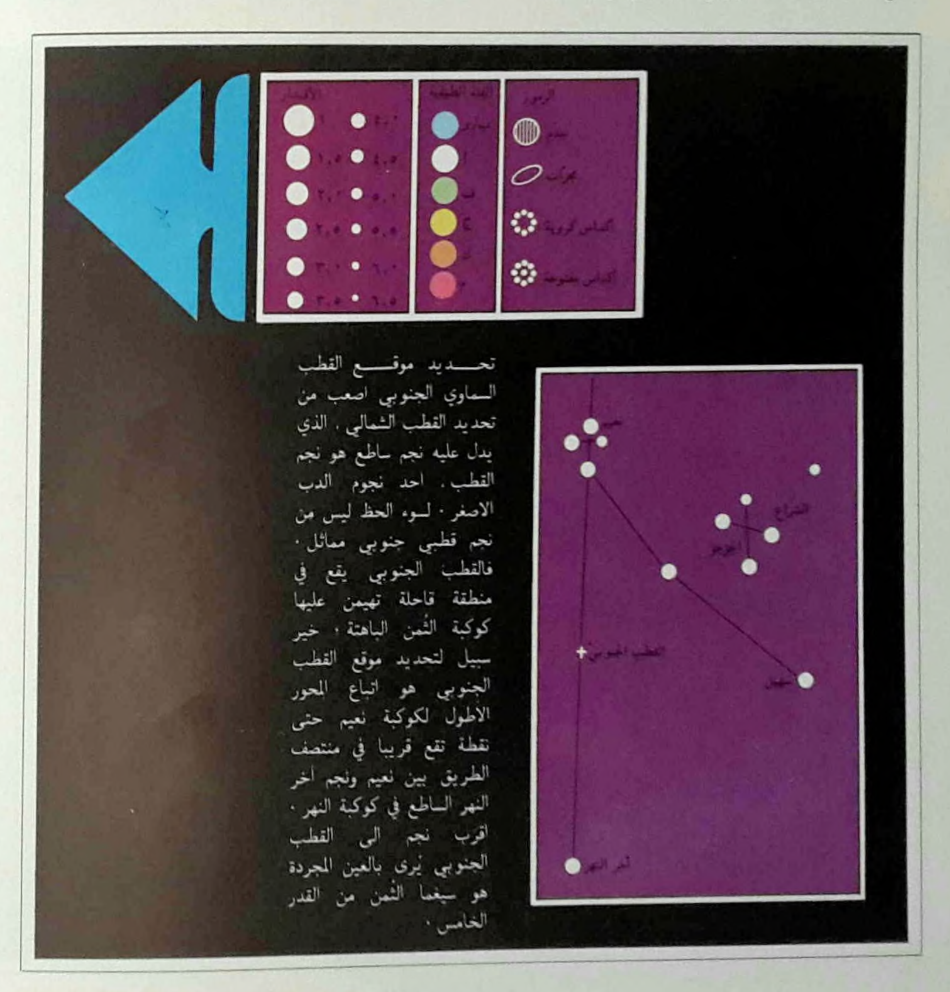
العضوان الآخران في مثلث الصيف هما ذنب الدجاجة في كوكبة الدجاجة والنسر الطائر في كوكبة النسر · النسر كوكبة رائعة بشكل X · من أكثر الاشياء جدارة بالاهتمام فيها النجم المزدوج الجميل . بيتا . أو منقار الدجاجة . الذي نجمه الرئيسي ذهبي اللون (من القدر ٥) . ورفيقه الثانوي أزرق (من القدر ٣) · في هذه المنطقة من السماء . تظهر مجرتنا غنية بنوع خاص . فمن الجدير النظر الى كوكبة الدجاجة حتى بالمنظار العادي ·

دليل النجوم :
النصف الجنوبي (١)

ليس من ريب في أن نجوم السماء الجنوبية تفوق نجوم الشمال بهاء ، لكن ، لسوء الحظ ، لا ترى الكوكبات الزاهية فيها مثل الظلمان (القنطورس) والجؤجؤ ولا سيما نُعَيْم من أوروبا ومن القسم الأكبر من الولايات المتحدة ، حتى ولا الأنظمة الخارجية الساطعة المعروفة بأسم غيوم ماجلان .

نُعَيْم : الكوكبة الرئيسية

كوكبة نُعَيْم هي أشهر المجموعات الجنوبية ، مع أنها أصغر الكوكبات المعروفة ، بما انها لا ترى اطلاقاً من نصف الكرة



تحديد موقع القطب السماوي الجنوبي اصعب من تحديد القطب الشمالي ، الذي يدل عليه نجم ساطع هو نجم القطب ، احد نجوم الدب الاصغر ، لسوء الحظ ليس من نجم قطبي جنوبي مماثل ، فالقطب الجنوبي يقع في منطقة قاحلة تهيمن عليها كوكبة الثُمن الباهتة ، خير سبيل لتحديد موقع القطب الجنوبي هو اتباع المحور الاطول لكوكبة نعيم حتى نقطة تقع قريبا في منتصف الطريق بين نعيم ونجم اخر النهر الساطع في كوكبة النهر ، اقرب نجم الى القطب الجنوبي يُرى بالعين المجردة هو سيغما الثُمن من القدر الخامس .

الشمالي . فلم تدخل في عداد الكوكبات القديمة ولم تظهر في خرائط النجوم قبل القرن السابع عشر . هذه الكوكبة . التي تدعى الصليب أيضاً . مخالفة لاسمها . فهي لا تشبه الصليب . إذ ليس فيها نجم مركزي ليكوّن شكل **X** على غرار كوكبة الدجاجة في السماء الشمالية . بل هي أشبه ما يكون بطائرة من ورق . نجمها الرئيسي ألفا نعيْم .

مزدوج يقع على بعد **٢٧٠** سنة ضوئية من الأرض . أما قدرا النجمين اللذين يتألف منهما . فهما **١٫٦** و **٢٫١** وهما يظهران للعين المجردة قدْراً مشتركاً واحداً هو **٠٫٨** . يُرى هذا المزدوج بسهولة بمرقب صغير . من انجمها الأخرى بيتا (قدره **١٫٣**) . وهو نجم شديد التألق من نوع **ب** . وغمّا (قدره **١٫٦**) . وهو عملاق أحمر . أما النجم الرابع من المجموعة



فهو أقل سطوعاً من النجمين السابقين

من الجوجؤ الى الثعبان

الجوجؤ جزء من كوكبة السفينة التي تحمل أسم تلك السفينة القديمة التي ركبها البطل الأسطوري الأغريقي جازون ورفاقه للبحث عن جزة الصوف الذهبية . لكن كوكبة السفينة كانت كبيرة الى درجة أنها تجزأت الى ثلاث كوكبات : الجوجؤ والكوثل والأشرعة . يحتوي الجوجؤ على عدد كبير من النجوم الساطعة ، منها سهيل ، وهو عملاق أعظم من نوع **ف** يبلغ قدره ـ ٠.٧ . كذلك يحتوي على الجرم العجيب ايتا ، وهو متغير يغلفه سديم . بلغ بين عامي **١٨٣٤** و **١٨٤٤** بقدر لا يتجاوز ـ ٠.٧ مصفَّ أكثر نجوم السماء تألقاً . لكنه انخفض قدره منذ أكثر من

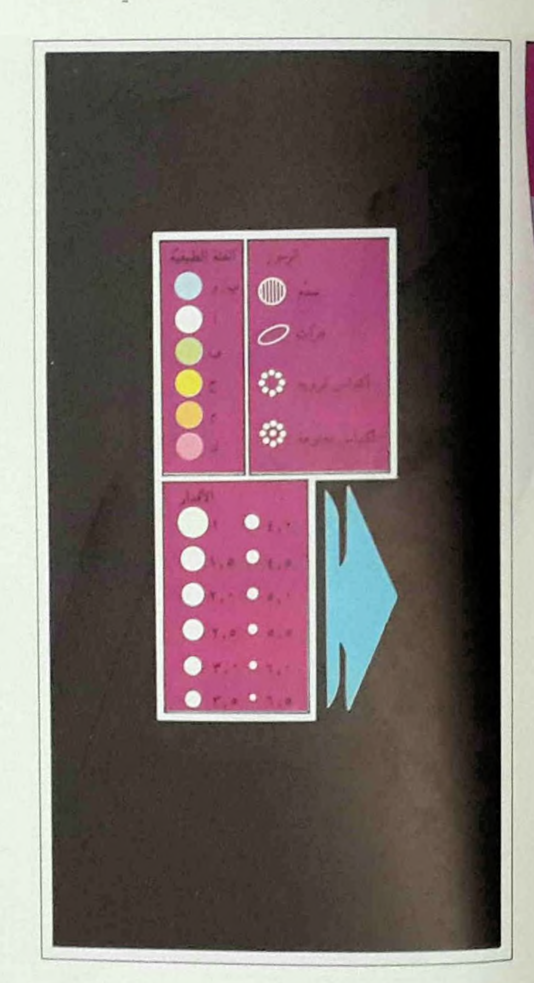


قرن . الى ٧.٧ . وهو دون مدى الرؤية بالعين المجردة .

هناك نجم يسمى بالصليب الكاذب . وهو مؤلَف من نجمين في الجؤجؤ ونجمين في الأشرعة . وجميعها من القدر الثاني .

من الثعبان الى العقرب

كوكبة الثعبان منطقة قاحلة في السماء .



غير انها تحتوي على النجم المسمى الفرد . وهو مائل الى الحمرة ومن القدر الثاني . ويبدو بارزا ومنعزلا معا وسط اطاره القاحل . تظهر هنا ايضا كوكبة الغراب الرباعية الشكل . كما يرى جزء من كوكبة العذراء مع نجمها من القدر الاول . السنبلة . ونجمها الآخر غنا او العرش . المزدوج الجميل .

تحيط تقريبا بنعيم كوكبة قنطورس . وهي ايضا مجموعة رائعة تحتوي على عدد كبير من النجوم الساطعة . نجمها ألفا الذي يسمى احيانا رجل القنطورس هو مزدوج جميل . يمكن لأي مرقب صغير التمييز بين نصفيه بسهولة . مسافته . البالغة ٤.٣ سنوات ضوئية . تجعل منه اقرب النجوم الساطعة الى الارض . اما رفيقه القزم الباهت بروكسيما . فهو اقرب نجم الى الارض اطلاقا . يضاف الى ألفا قنطورس بيتا قنطورس البعيد . البالغ قدره ـ ٤.٣ . والذي يفوق ضياؤه ٤٠٠٠ ضعف ضياء الشمس والذي له لون ابيض مائل الى الزرقة . تقع ايضا في قنطورس اوميغا . اجمل المجموعات الكروية قاطبة . بالعين المجردة . لا ترى اوميغا الا كبقعة غير واضحة المعالم . لكن مرقبا صغيرا يكفي لمشاهدتها بوضوح .

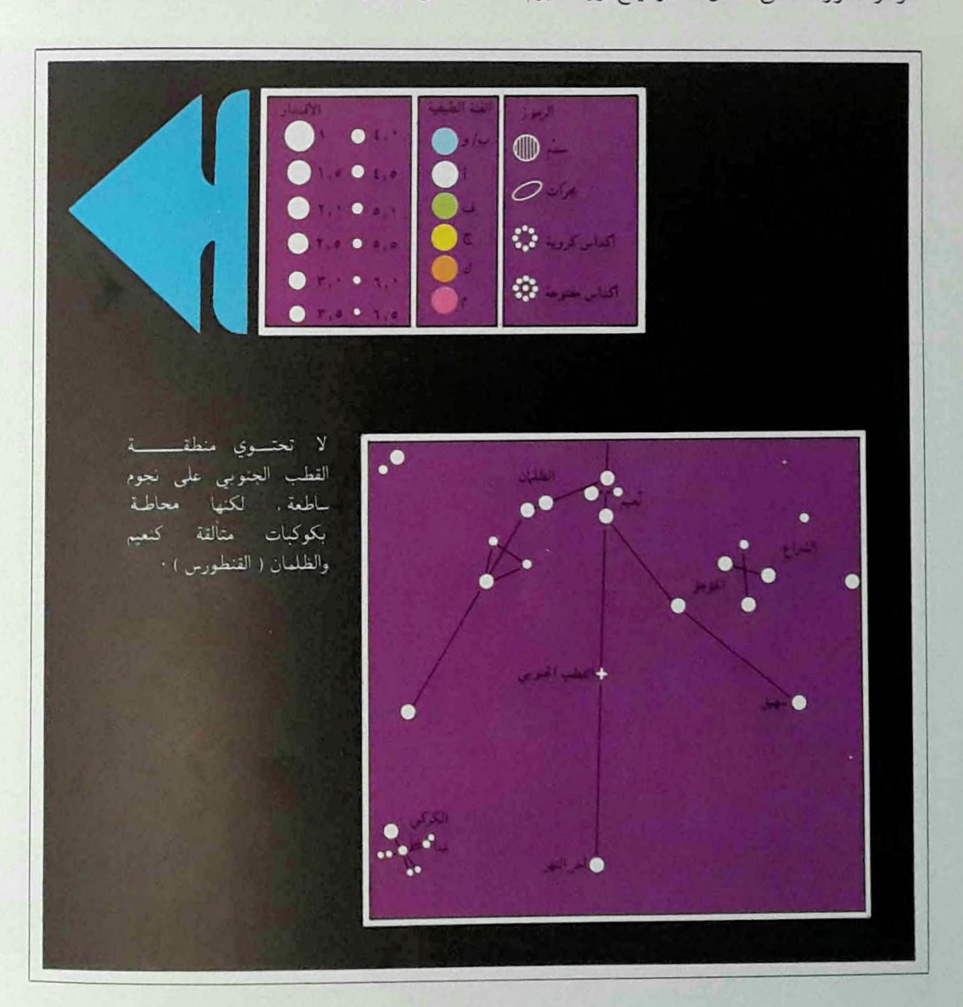
في هذه الخريطة ترى ايضا كوكبة العقرب التي تعتبر اكثر الكوكبات وضوحا في دائرة البروج ومن الكوكبات القليلة التي ينطبق اسمها عليها . قوامها خط طويل من نجوم اكثرها ساطع . نجمها الاكثر سطوعا هو قلب العقرب . وهو عملاق احمر . قطره حوالى ٤٢٠ مليون كلم . ويبلغ بعده عن الارض مسافة ٤٠٠ سنة ضوئية . وضياؤه ٥٠٠٠ مرة تقريبا ضياء الشمس . وهو يظهر فوق الافق في اكثر انحاء اوروبا .

دليـل النجوم : النصف الجنوبي (٢)

الكميات الكبيرة من الغبار المتراكم في مستوي المجرّة الرئيسي تمنع النظر من اختراقها لمشاهدة مركز المجرّة . لكن موقع هذا المركز معروف على الاقل . فهو يقع وراء غيوم الرّامي . على بعد ٣٣٠٠٠ سنة ضوئية تقريبا من الارض .

الرامي : الكوكبة الرئيسية

ليس من الصعب التعرّف الى كوكبة الرامي . فهي تحتوي على عدد كبير من النجوم الساطعة . وان كانت تفتقر الى نجوم من القدر الاول . شكلها لا يحدد بسهولة .



لا تحتوي منطقة القطب الجنوبي على نجوم ساطعة . لكنها محاطة بكوكبات متألقة كنعيم والظلمان (القنطورس) .

وقد شبهها بعض ذوي المخيّلة الخصبة بابريق الشاي . انها تجاور حمة العقرب ، الذي يقع بينه وبين النجم الرئيسي في الرّامي (ابسيلون الرّامي او القوس الجنوبية) عنقودان متفتحان ، هما م٦ و م٧ .

من نعيم الى الجدي

ترى على هذه الخريطة « الطيور الجنوبية » الأربعة وهي الكركي والطاووس والطوقان والعنقاء . من المسلم به ان هذه المنطقة غامضة ، لأن للكركي وحده شكلا واضحا : فهو في الحقيقة يشبه كركيا يطير . نجماه الرئيسيان ، ألفا او النيّر (وقدره ٢،١) وبيتا (وقدره ٢،٢) مختلفان كل الاختلاف . فالنيّر ابيض مائل الى الزرقة ، بينما بيتا برتقالي اللون . ويبرز هذا الفرق بوضوح .

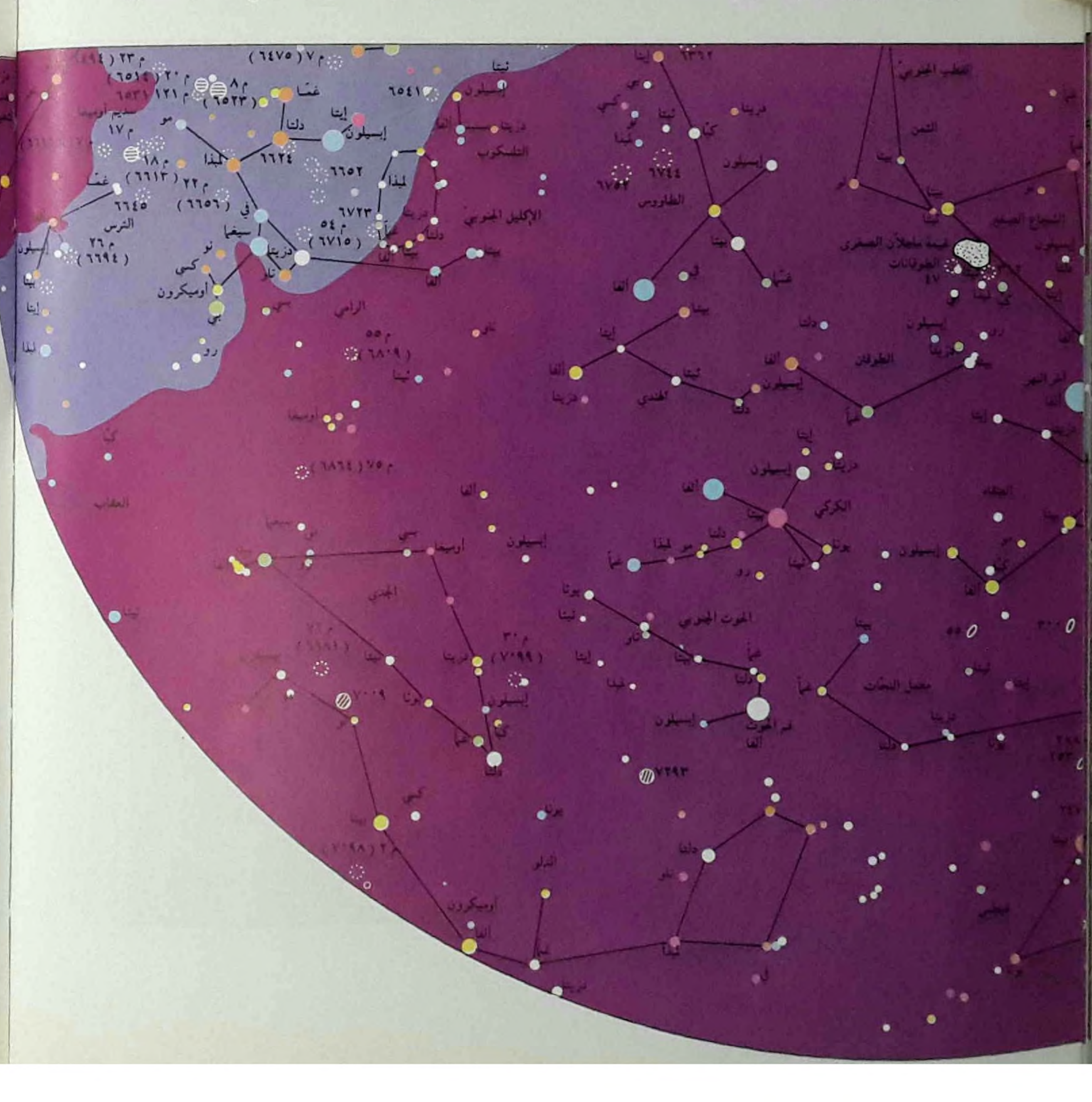


عندما يُنظر اليهما من خلال منظار او مرقب · بالقرب من الكركي يقوم الحوت الجنوبي مع نجمه الرئيسي فم الحوت الواقع على بعد **٢٣** سنة ضوئية عن الارض والذي هو من القدر الاول ويفوق ضياؤه **١٥** مرة ضياء الشمس · الطوقان اقلّ الطيور الاربعة سطوعا . لكنه يحتوي على مزدوج جميل . هو بيتا . وعلى عنقود كروي ·

نصل اخيرا الى كوكبتين باهتتين من دائرة البروج . هما الدلو والجدي · ليس في الدلو الا القليل مما يثير الاهتمام ما عدا عنقوده الكروي **م٢** · اما في الجدي . فهناك المزدوج ألفا وبيتا المزدوج الكبير ·

من قيطس الى الجوزاء

قيطس كوكبة طويلة يقع القسم الاكبر



منها في نصف الكرة الجنوبي . مع ان رأسها يقع مباشرة شمالي خط الاستواء . فيها نجم من القدر الثاني . هو بيتا او الضفدع الذي يظن انه نجم متغير . يقع فيها ايضا أوميكرون او الاعجوبة . اشهر النجوم المتغيرة الطويلة المدة في السماء . مدّته ٣٣١,٦ يوما . ويتعدّى عند اقصى لمعانه القدر الثاني . ثم ينحدر عند ادناه الى القدر العاشر . وقد عرف انه نجم متغير منذ عام ١٦٣٨ . مع ذلك لا يرى بالعين المجردة في القسم الاكبر من السنة . وهو عملاق احمر ولونه بارز جدا .

بالقرب من نجم العنقاء يقع نجم آخر النهر . وهو النجم الوحيد المتألق في كوكبة النهر الطويلة التي تشق طريقها من نقطة قريبة من القطب الجنوبي الى تخوم الجوزاء . يبعد آخر النهر (قدره ـ ١,٣) عن الارض مسافة ٧٥ سنة ضوئية . ويبلغ ضياؤه ٢٥٦ ضعفا ضياء الشمس . الى ابعد من ذلك . على طول خط النهر . تقع ثيتا . وهي نجم مزدوج جميل . ويظن انها . كرأس افلَون في التوأمين والمغرز في الدب الاكبر . قد خبت خلال الازمنة القديمة التاريخية . لأن قدماء الفلكيين صنفوها في القدر الاول . وهي الآن دون القدر الثالث .

باقترابنا من القطب الجنوبي نشاهد غيمتي مجلّان البارزتين . اللتين لا يستطيع المراقبون في اوروبا والولايات المتحدة ان يروهما . الغيمتان نظامان خارجيان . مع انهما تبدوان لأول وهلة كما لو كانتا قد انشقتا عن درب التبانة . يبلغ بعدهما عن الارض ١٥٠٠٠٠ سنة ضوئية . وهما بالتالي ابعد الاشياء التي يمكن للعين المجردة ان تراها بوضوح . باستثناء المجرّة اللولبية م٣١ .

الجوزاء التي يقسمها خط الاستواء السماوي يُمكن ان ترى من اي نقطة من الارض . يمر خط الاستواء بالقرب من دلتا او « المنطقة » في الحزام . بحيث تقع رجل الجوزاء اليسرى الساطعة في نصف الكرة الجنوبي . رجل الجوزاء اليسرى (قدرها ـ ٧) نجم متألق يظن ان قوته تساوي ما يقارب ٤٩٠٠٠ مرة قوة الشمس .

خرائط النجوم الفصلية الشمالية

يمكن للمراقب في نصف الكرة الأرضية الشمالي ان يرى جميع نجوم السماء الشمالية في بحر السنة · الخرائط الظاهرة هنا تلائم مراقبين قاطنين بين خطي العرض الشماليين ٣٠ْ و ٥٠ْ (٧) ·

حدود الرؤيــة

يتقدم طلوع النجوم كل شهر ساعتين تقريبا · هكذا تكون الخريطة المرسومة الساعة ٢٢ من أول يناير هي ذاتها خريطة الساعة ٢٠ من أول فبراير وخريطة الساعة ١٨ من أول مارس . وهكذا داوليك · جميع الاوقات المدوّنة الى جانب الخرائط هي أوقات غرينتش الوسطية ، بقطع النظر عن التعديلات الطارئة . كتعديل الوقت الصيفي

١

١ يناير : الساعة ٢٣
١٥ يناير : الساعة ٢٢
٣٠ يناير : الساعة ٢١
١ أكتوبر : الساعة ٥,٣٠
١٥ أكتوبر : الساعة ٤,٣٠
٣٠ أكتوبر : الساعة ٣,٣٠

ج

٢

ج

ش



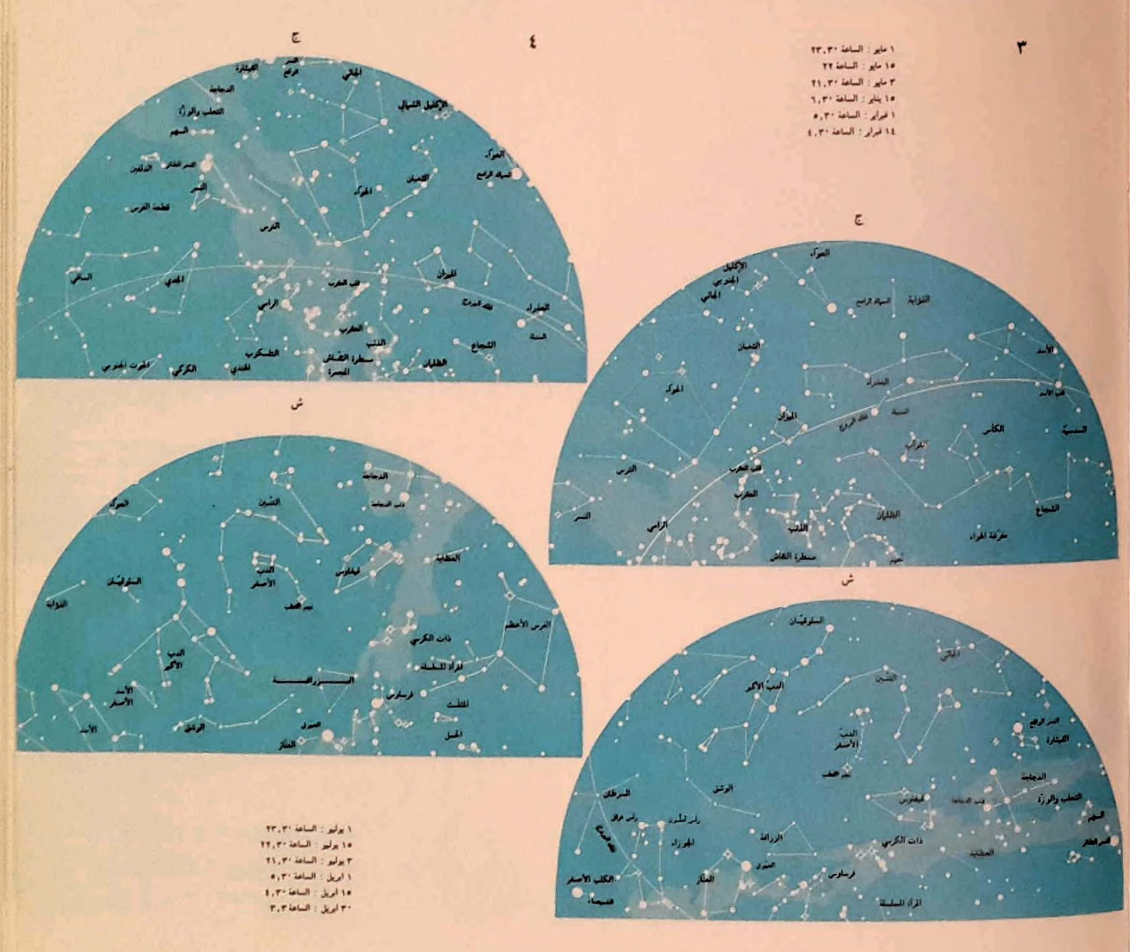
١ مارس : الساعة ٢٣
١٥ مارس : الساعة ٢٢
٣٠ مارس : الساعة ٢١
٥ نوفمبر : الساعة ٦,٣٠
١ ديسمبر : الساعة ٥,٣٠
١٥ ديسمبر : الساعة ٤,٣٠

في بعض البلدان · يقال عن النجم الذي لا يأفل انه « محيط بالقطب » · على هذا ، يكون الدب الأكبر محيطا بالقطب من انجلترا ، بينما لا يصح هذا في السماك الرامح تقاس حدود رؤية النجم من اية نقطة من خطوط العرض استنادا الى الميل الزاوي لذلك النجم ·

تبدو في الخرائط مظاهر السماء الجنوبية (ج) والشمالية (ش) ، مثلما تبدو لمراقب مقيم في خطوط العرض الشمالية · تنطبق الأوصاف المذكورة هنا على السماء في آخر الأمسية (كما تبدو السماء مثلما كانت قبل ثلاثة أشهر) · لا بد لخرائط من هذا النوع أن تتضمن بعض التشوه . لكنها . اذا لم تستعمل الا كوسائل استدلال . تظل وافية بالمرام ·

نجوم الخريطة الاولى

في الشتاء . تهيمن على المشهد الجنوبي



الجوزاء وحاشيتها · يكون العيّوق في السمت تقريبا . أي فوق الرأس . وتكون الشعرى اليمانية في أقصى لمعانها · النجوم الأخرى الواقعة في المنطقة العامة للجوزاء هي الدَبَران ورأس أفلّون ورأس هرقل والغميصاء · الجوزاء ذاتها تحتوي على نجمين رئيسيين ساطعين هما الرجل بلونه الأبيض ومنكب الجوزاء البرتقالي الأحمر الجوزاء دليل ممتاز الى المجموعات الأخرى . فيمكن العثور على الدَبَران مثلا . باتباع خط لنجومها الثلاثة المتجه الى فوق ·

تبرز مجموعة منجل الأسد في الشرق (ترى هنا موزّعة على الخريطتين) · وفي الشمال الشرقي يقع الدب الاكبر . وهو دليل آخر ممتاز يساعد على التعرف الى كوكبات مختلفة · فمؤشرتاه تدلان على الطريق المؤدية الى نجم القطب (ألفا الدب الأصغر) الذي هو من القدر الثاني ويقع على أقل من درجة



١ نوفمبر : الساعة ٢٣،٣٠
١٥ نوفمبر : الساعة ٢٢،٣٠
٣٠ نوفمبر : الساعة ٢١،٣٠
١٥ أغسطس : الساعة ٤،٣٠
٣٠ أغسطس : الساعة ٣،٣٠
١٥ سبتمبر : الساعة ٢،٣٠

١ سبتمبر : الساعة ٢٣،٣٠
١٥ سبتمبر : الساعة ٢٢،٣٠
٣٠ سبتمبر : الساعة ٢١،٣٠
١٥ يوليو : الساعة ٤،٣٠
٣٠ يوليو : الساعة ٣،٣٠
١٥ يوليو : الساعة ٢،٣٠

من القطب السماوي بحيث أن ميله الزاوي يتعدى + ٨٩° . يبدو النسر الواقع في أدنى مواقعه . وهو لا يُرى على الخريطة الأولى . فهو محيط بالقطب اذا ما نظر اليه من انجلترا . لكنه لا يُرى من منطقة نيويورك . يصطف النسر الواقع ونجم القطب العيّوق على خط واحد تقريبا . يكون فيه نجم القطب في موقع وسطي . على هذا . عندما يكون العيّوق في السمت تقريبا . يكون النسر الواقع

٧



(٧) - من خطوط العرض الشمالية هذه . يمكن ان ترى النجوم الظاهرة في صفحات هذا القطاع .

في الأفق (في امسيات الشتاء) . وعندما يحل النسر الواقع في السمت . يكون العيّوق في الأفق (في أمسيات الصيف) .

النجوم على الخرائط ٢ ـ ٦

في أمسيات الربيع (الخريطة ٢) . تكون الجوزاء ما تزال مرئية فوق الافق. ويكون الأسد عاليا مع العذراء الى الشرق . ويكون العيّوق منحدرا في الشمال الغربي والنسر الواقع طالعا في الشمال الشرقي . ويبقى الدَبران والثريا مرئيين بوضوح .

في أوائل الصيف (الخريطة ٣) . تكون الجوزاء قد أفلت . بينما يظل رأس أفلَون ورأس هرقل مرئيين ؛ كذلك يكون النسر الواقع قد طلع . ويكون العيّوق هابطاً والدب الأكبر ليس بعيداً عن السمت .

في أمسيات الصيف (الخريطة ٤) . يحل في السمت النسر الواقع . الذي يمكن تمييزه بوضوح . لسطوعه ولونه الضارب الى الزرقة . ويظهر ما يسمى بالمثلث الصيفي (النسر الواقع في القيثار وذنب الدجاجة في الدجاجة والنسر الطائر في النسر) بمظهر جميل ؛ كذلك يظهر أيضاً في الجنوب قلب العقرب في العقرب والغيوم النجمية في الرامي المتجهة نحو مركز مجرّتنا .

في الخريف (الخريطة ٥) . يكون مربع الفرس الأعظم عالياً . وما يزال المثلث الصيفي مرئياً . كما يكون الدب الأكبر في أدنى مواقعه .

أما في أول الشتاء (الخريطة ٦) . فما يزال الفرس الأعظم عالياً . ويكون النسر الواقع ورفقاؤه يهوون (نحو الأفق الشمالي الغربي) .

خرائط النجوم الفصلية الجنوبية

تبدو السماء في الجنوب الأقصى أكثر أهمية للمراقبة الفلكية منها في الشمال الأقصى . ففي الجنوب الأقصى ، عدد من المجموعات الساطعة التي لا ترى من معظم بلدان أوروبا والولايات المتحدة .

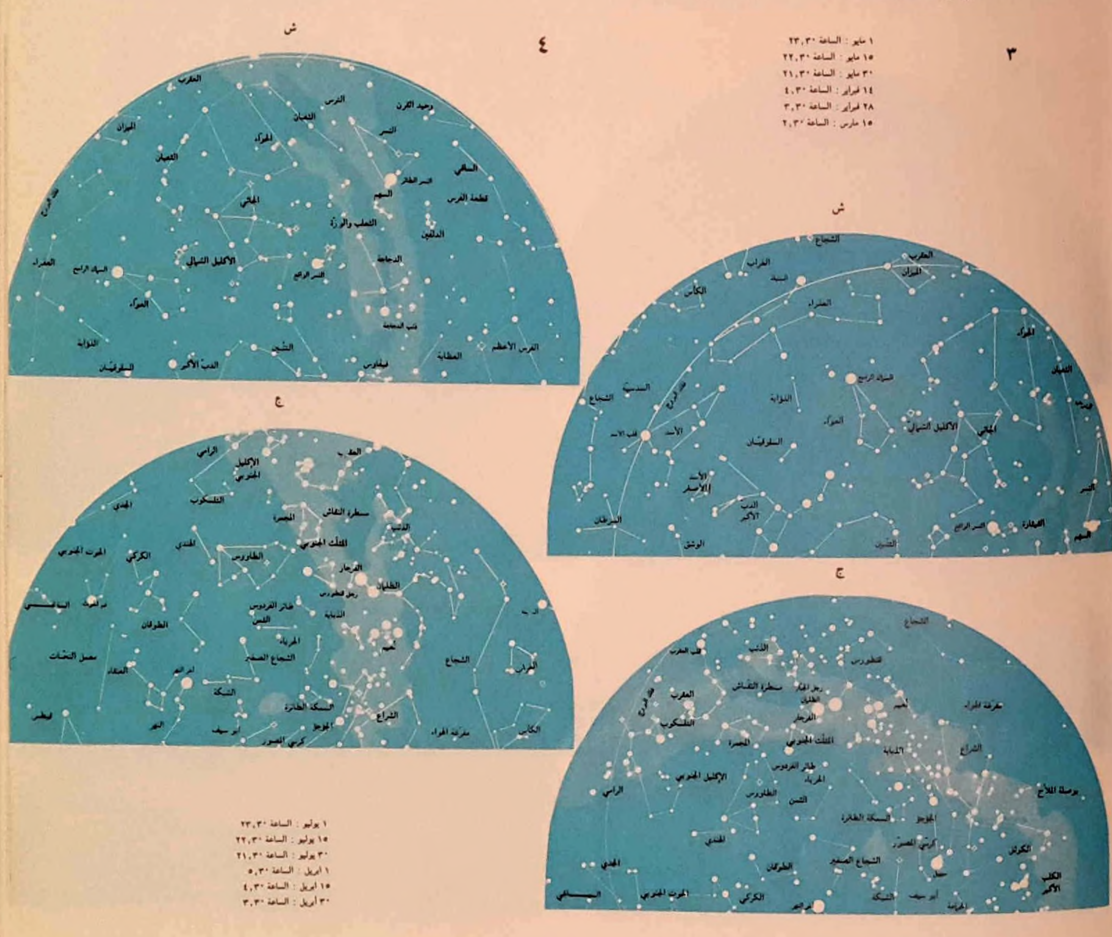
أشكال الخريطة الأولى

في أمسيات يناير ، والوقت صيف في نصف الكرة الجنوبي تكون الجوزاء عالية في السماء ، ورجل الجبار أعلى من منكب الجوزاء ، بينما تشير نجوم الحزام الى الشعرى اليمانية (فوقها) والى الدَبَران (تحتها) . كذلك تظهر السفينة للعيان بكاملها . كان علماء الفلك قد اعتبروا ان مراقبة هذه الكوكبة الهائلة ليست بالأمر السهل .



فقسّموها أجزاء ، أهمها الجؤجؤ والأشرعة والكوثل . يحتوي الجؤجؤ على سهيل ، وهو النجم الثاني في السماء من حيث السطوع ، ويكون عالياً جـداً في امسيات يناير . انه لا يضاهي مظهراً الشعرى اليمانية في السطوع ، مع ان قدره الظاهر ٠,٧ وقدرها الظاهر ١,٤٧ لكنه يفوقها ضياء في الواقع ، اذ يقع على بعد من الأرض يفوق بعدها عنها بعشرة اضعاف ، كما يفوق ضياؤه ضياء الشمس بألفي ضعف .

على الخريطة الأولى . وفي الجنوب الشرقي منها ، تظهر كوكبة نُعَيْم ، أو الصليب ، وهي أشبه بطائرة ورقية منها بصليب . انها أصغر كوكبات السماء الواحدة والتسعين ، لكنها متراصة جداً . صُنِّف اثنان من نجومها (ألفا وبيتا) في القدر الأول ، وصُنِّف الثالث (غمّا) دونهما بقليل . أما الرابع ، فهو أضعف الثلاثة بكثير . تكفي نظرة عابرة الى هذه النجوم الأربعة الرئيسية



٣

١ مايو : الساعة ٢٣,٣٠
١٥ مايو : الساعة ٢٢,٣٠
٣٠ مايو : الساعة ٢١,٣٠
١٤ فبراير : الساعة ٤,٣٠
٢٨ فبراير : الساعة ٣,٣٠
١٥ مارس : الساعة ٢,٣٠

٤

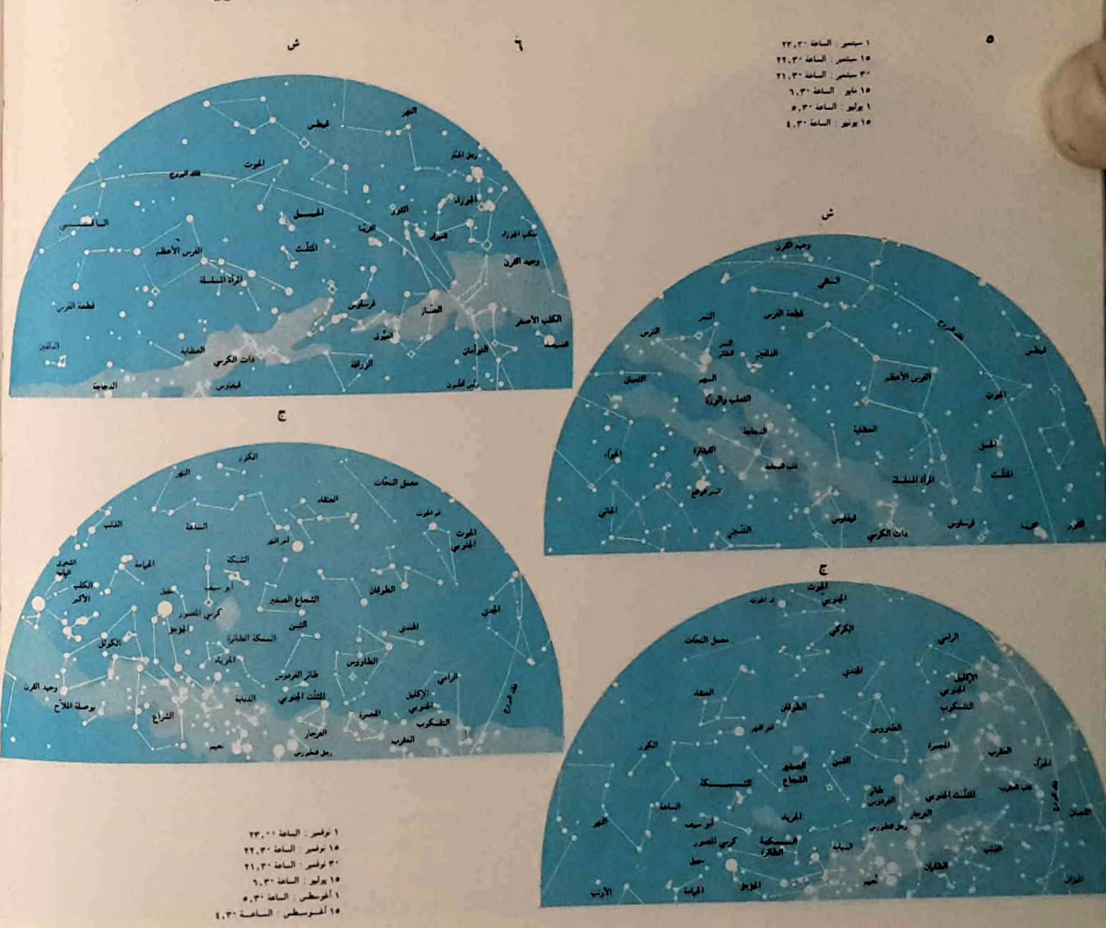
١ يوليو : الساعة ٢٣,٣٠
١٥ يوليو : الساعة ٢٢,٣٠
٣٠ يوليو : الساعة ٢١,٣٠
١ أبريل : الساعة ٥,٣٠
١٥ أبريل : الساعة ٤,٣٠
٣٠ أبريل : الساعة ٣,٣٠

للتثبت من أن نجم غمًا هو برتقالي (طيفه م) وأن الثلاثة الباقية بيضاء (طيفها ب) . هناك مؤشران يدلان على نُعيْم . هما ألفا وبيتا الظلمان . ألفا الظلمان أكثر نجوم السماء سطوعاً باستثناء الشعرى اليمانية وسهيل . وتقع على مسافة **٤،٣** سنوات ضوئية من الأرض . وهي مزدوج جميل يمكن لمرقب صغير تمييز جزئيه . ألفا نُعيْم هي أيضاً مزدوج جميل .

يقع آخر النهر . في كوكبة النهرا . الى الجنوب الغربي . لعل خير وسيلة لتحديد موقع القطب السماوي الجنوبي هي أن ننظر الى منتصف الطريق بين آخر النهر ونُعيْم . اذ ليس من نجوم ساطعة حقاً فيه تساعد على تحديد هذا الموقع .

الخريطتان الثانية والثالثة

في أمسيات مارس (الخريطة ٢) .



ينحدر سهيل في الجنوب الغربي . ويبلغ نُعَيْم أعلى ارتفاعه . ويشكل الاثنان مع المؤشرين مجموعة رائعة · على مقربة من هذه المجموعة . يظهر عنقود أوميغا الظلمان الكروي الرائع . وهو أجمل عنقود من نوعه في السماء قاطبة · تبدو مجرّة درب التبّانة غنية جداً بالنجوم في جميع انحاء هذه المنطقة . حتى ان منظاراً عادياً يكفي لرؤية كيس الفحم بوضوح . الذي هو كناية عن فسحة قاحلة خالية مطهراً من أي نجم ·

في أمسيات مايو (الخريطة ٣) . ترى ألفا وبيتا الظلمان عالياً في السماء مع نُعَيْم . كما يُرى سهيل في الجنوب الغربي . لكن الجوزاء والشعرى اليمانية تكونان قد أفلتتا · بينما يكون السماك الرامح بارزاً في الشمال مع السنبلة والعذراء على مقربة من السمت ؛ في هذه الفترة يكون العقرب مهيمناً · تبدو فئة العقرب فئة رائعة بسلسلتها الطويلة من النجوم المتألقة . وأكثر ما يلفت النظر فيها عملاقها الأحمر قلب العقرب · في هذه المنطقة أيضاً . عناقيد نجمية متفتحة ساطعة ·

الخرائط الرابعة والخامسة والسادسة

في الخريطة الرابعة . يقع العقرب بالقرب من السمت . ويظل نُعَيْم والظلمان بارزين في القسم الجنوبي من السماء . كما تُرى النجوم الشمالية الساطعة ؛ النسر الواقع والنسر الطائر وذنب الدجاجة والسماك الرامح . لكن سهيل يكون في أدنى مواقعه وغائباً عن السماء لمدة قصيرة ·

في الخريطة الخامسة . يُرى الفرس الأعظم عالياً في الشمال . وتظل رؤية النسر الواقع والنسر الطائر وذنب الدجاجة ممكنة . ويكون فم الحوت عند السمت تقريباً ؛ أما العقرب . فينحدر في الجنوب الغربي . ويكاد نُعَيْم يختفي عن البصر ·

في الخريطة السادسة . تعود الجوزاء الى الظهور ومعها الشعرى اليمانية وسهيل والنجوم المجاورة الأخرى . وعندما يعود نُعَيْم والظلمان أيضاً الى الظهور . تبدو السماء الجنوبية اذ ذاك في أحسن حالات سطوعها ·

٧



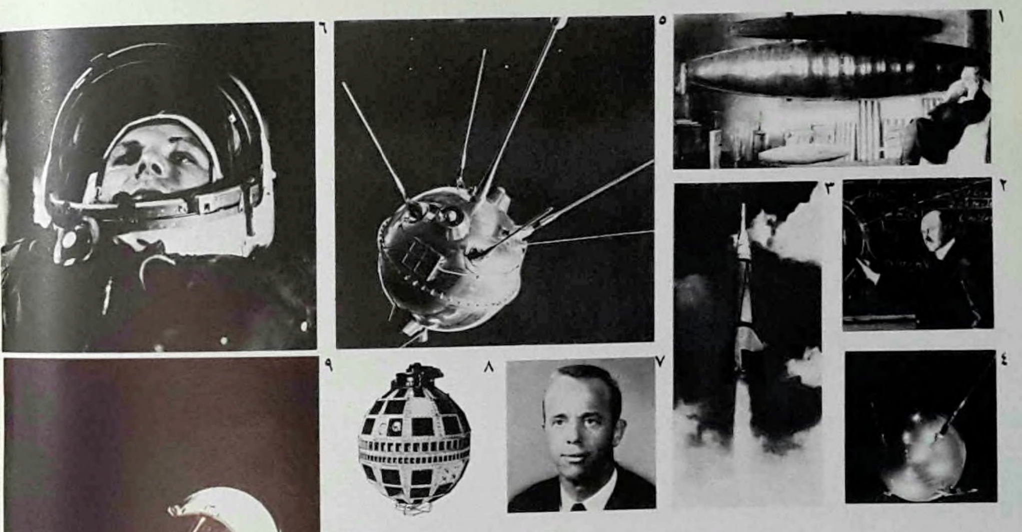
(٧) ـ من خطوط العرض الجنوبية هذه يمكن ان ترى النجوم المرسومة على صفحات هذا القطاع ·

تاريخ المنجزات الفضائية

ليست فكرة الوصول الى عوالم أخرى بحديثة العهد (١٩) . فنحن نعلم ان الكاتب الهجائي . في القرن الثاني قبل الميلاد . لوقيانوس الساموزاتي . قد كتب قصة تروي رحلة الى القمر . وان لم يكن يود ان تؤخذ قصته مأخذ الجد . كذلك كتب كبلر (١٥٧١ ـ ١٦٣٠) قصة رحلة فضائية نشرت عام ١٦٣٤ . يتم فيها انتقال رائد الفضاء الى القمر على يد شيطان خدوم .

الصواريخ الفضائية الاولى

كان الرائد النظري الكبير للملاحة الفضائية ك . أ . تسيولكوفسكي (١) الروسي الذي ظهرت اولى مقالاته حول الموضوع عام



(١) ـ ١٩٠٣ ، وضع ك . أ . تسيولكوفسكي اسس الملاحة الفضائية بنشره سلسلة من المقالات في روسيا .

(٢) ـ ١٩٢٦ ، اطلق روبرت غودارد من الولايات المتحدة اول صاروخ يعمل بوقود دفعي سائل .

(٣) ـ ١٩٤٩ ، اطلق اول صاروخ ذي طوابق من هوايت سند في الولايات المتحدة . وكان كناية عن ف ٢ يعلوه صاروخ آخر . بلغ هذا الجهاز ارتفاعا قدره ٣٩٣ كلم .

(٤) ـ ١٩٥٧ ، اطلق الاتحاد السوفييتي سبوتنيك ١ . وهو اول قمر اصطناعي .

(٥) ـ ١٩٥٩ ، كان لونا ١ اول مسبار قمري ناجح مر على بعد ٦٤٠٠ كلم من القمر .

(٦) ـ ١٩٦١ ، غدا يوري غاغارين من الاتحاد السوفييتي اول رائد فضاء . اطلقت مركبته فوستوك ١ في ١٢ ابريل . وقامت بدورة كاملة حول الارض .

(٧) ـ ١٩٦١ ، كان ألان شبارد اول امريكي يجول في الفضاء في مركبة بالستية في الخامس من مايو . وقد دامت جولته هذه ١٥ دقيقة .

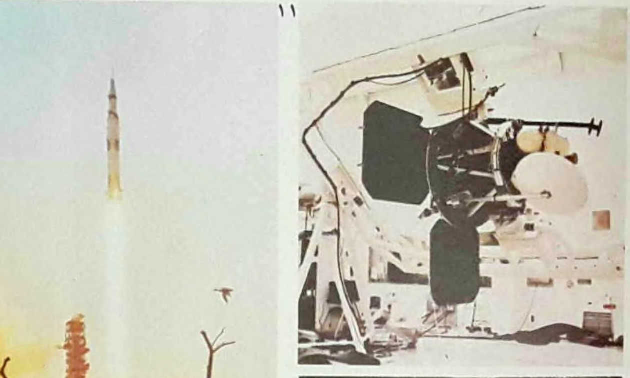
(٨) ـ ١٩٦٢ ، قام تلستار ١ . وهو اول قمر اصطناعي للمواصلات . بتأمين أول ترحيل تلفزيوني عبر المحيط .

(٩) ـ ١٩٦٥ ، توصلت مركبتان فضائيتان امريكيتان اطلقتا في الخامس والخامس عشر من ديسمبر (هما جيمني ٦ و ٧) الى الاقتراب الواحدة من الاخرى في الفضاء

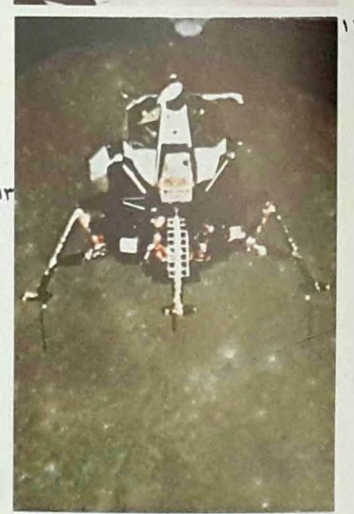
١٩٠٣ · غير أنها ، في ذلك الحين ، لم تثر سوى اهتمام قليل ·

توصل فريق من المهندسين الألمان ، وعلى رأسهم فرنهير فون براون (١٩١٢ - ١٩٧٧) الى اطلاق صواريخ يسيَرها وقود سائل . لكن الحكومة النازية استخدمت هؤلاء المهندسين لاغراض حربية . فنقلتهم الى جزيرة بينموند في بحر البلطيق حيث بنوا الصاروخ **ف ٢** في الوقت المناسب لاستخدامه في المراحل الاخيرة من الحرب العالمية الثانية ·

كان **ف ٢** السلف المباشر لمسابير الفضاء الحالية . اذ ان اكثر الباحثين الألمان انتقلوا بعد نهاية الحرب الى الولايات المتحدة . حيث استمروا في نشاطهم هذا · في عام ١٩٤٩ ، اطلق صاروخ ذو طبقتين (٣) من الولايات المتحدة وبلغ ارتفاعاً يقرب من ٤٠٠ كلم ·









على بعد ٣٠ سنتيمترا . وذلك خلال تجربة لعمليات لقاء فضائي ·

(١٠) — ١٩٦٦ - ١٩٦٧ : وُضعت مسابير اوربيتر ١ الى ٥ في مدار حول القمر · عملت هذه المركبات بنجاح وارسلت الى الارض آلافا من الصور شملت سطح القمر بكامله ·

(١١) — ١٩٦٨ : حقق رواد الفضاء الامريكيون فرانك بورمان وجيمس لوفل ووليم اندرز من ٢١ الى ٢٧ ديسمبر في ابولو ٨ اول طيران بشري حول القمر ·

(١٢) - ١٩٦٩ : قام نيل ارمسترونغ وادوين الدرين في ٢٠ يوليو بأول هبوط على سطح القمر خلال رحلة ابولو ١١ . بينما كان ميكائيل كولينز يقود المركبة الدائرة حول القمر ·

(١٣) — ١٩٧٠ : سارت « المجنزرة » السوفييتية لونوخود ١ على سطح القمر وارسلت الى الارض معلومات قيمة · حملها الى القمر المسبار لونا ١٧ الذي أطلق في اكتوبر وعملت على سطح القمر ما يقرب من ١٢ شهرا ·

من الاقمار الاصطناعية الأرضية الى الهبوط على سطح القمر

أطلق الاتحاد السوفييتي أول قمر اصطناعي (٤) في الرابع من اكتوبر عام ١٩٥٧ . مدشّناً بذلك عصر الفضاء الحقيقي . كانت المركبة سبوتنيك لا تتعدى حجم كرة القدم . وكانت تنقل القليل من المعدات الى جانب جهاز الارسال الراديوي . لكنها مهّدت السبيل لاستكشافات لاحقة . تبعت سبوتنيك أقمار سوفياتية أخرى . لكن في عام ١٩٥٨ . اطلقت الولايات المتحدة قمرها الاصطناعي الأول . اكسبلورر ١ . الذي زوّدنا بالمعلومات الأولى عن مناطق الاشعاع المحيطة بالأرض والمعروفة اليوم باسم « أحزمة فان ألن » .

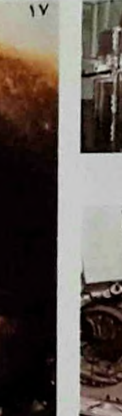
كانت أولى مسابير القمر روسية ايضاً . ففي يناير عام ١٩٥٩ . حلقت لونا ١ (٥) فوق القمر . ثم أطلق في العام ذاته مسباران آخران تحطم أحدهما على سطح القمر . لدى

١٤

١٥



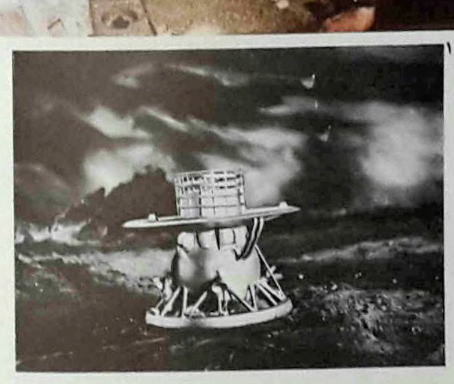
١٧



١٦



١٨



(١٤) – ١٩٧١ ، اصبح مارينر ٩ اول تابع اصطناعي للمريخ . عملت الكاميرات التي ترى هنا . من ديسمبر ١٩٧١ الى اواخر ١٩٧٢ . وارسلت معلومات بدّلت الى حد بعيد آراءنا حول هذا السيار .

(١٥) – ١٩٧٢ ، انطلق بايونير ١٠ . وهو اول مسبار للمشتري . فوصل في ديسمبر عام ١٩٧٣ الى نقطة تبعد حوالي ١٣١٤٠٠ كلم عن هذا السيار . وارسل الى الارض معلومات مفصلة وصورا ملونة .

(١٦) - ١٩٧٣ ، قاد سكايلاب . وهو اول محطة فضائية . ثلاث فرق متعاقبة . قضت الاخيرة منها ٨٤ يوما في الفضاء . كان اون غرّيوت . احد افراد الفريق الثاني .

هبوطه العنيف عليه . بينما دار الثاني حوله وأرسل صوراً عن وجهه غير المرئي من الارض · في عام ١٩٦١ . حلّق في الفضاء أول قمر اصطناعي مأهول . هو فوستوك ١ . الذي دار فيه يوري غاغارين (١٩٣٤ - ١٩٦٨) دورة كاملة حول الارض ·

في اوائل الستينات . صُنعت توابع للارض اصطناعية قادرة على ارسال صور فوتوغرافية مفصلة عن الارض وتوفير معلومات منوعة

١٩

(١٧) – ١٩٧٥ ، مكّن سويوز - ابولو . وهو اول مشروع مشترك سوفييتي امريكي . الطاقم السوفييتي للسفينة سويوز من الدخول الى غرفة ابولو بعد لقاء فضائي . كما مكّن طاقم ابولو من الدخول الى سويوز ايضا · كان القائد الامريكي الجنرال توماس ستافورد وبرفقته فانس براند ودونالد سلايتون . وكان قائد الفريق الروسي الكسيس ليونوف · وكان هذا العمل تمرينا قيّما على البحث العلمي المشترك ·

(١٨) – ١٩٧٥ ، فنيرا ٩ وفنيرا ١٠ . المسباران السوفييتيان (هذا نموذج عنهما) . هبطا برفق على الزهرة وعملا ساعة تقريبا . وقد ارسل كل منهما صورا لمشهد غريب هو صحراء مغطاة بالحصى ·

(١٩) – في الرواية « من الارض الى القمر » (١٨٦٥) ، وهي من العلم الخيالي . ذهب الروائي الفرنسي جول فرن (١٨٢٨ - ١٩٠٥) الى انه من الممكن ارسال اناس الى القمر في مقذوفة اسمها « كولومبياد » يطلقها مدفع جبار · ثم تخيل تابعا طبيعيا ثانيا لاعادة المقذوفة الى نقطة انطلاقها على الارض · باستعماله مفاهيم علمية لاعطاء هذه المغامرات الخيالية مظهرا واقعيا . شجع الآخرين . ومنهم هـ · ج · ولز (١٨٦٦ - ١٩٤٦) على الكتابة عن الرحلات الفضائية · لم تفصل تخيلاتهم عن اول هبوط حقيقي على القمر الا بضعة اجيال فقط ·

أخرى عنها · استخدمت هذه الاقمار أيضاً للمواصلات . فأطلق . في عام ١٩٦٢ . تلستار ١ (٨) . أول قمر اصطناعي يستعمل كمرحّل تلفزيوني ·

ما لبثت المركبات الفضائية المأهولة ان غدت قادرة على حمل شخصين او ثلاثة بدلاً من شخص واحد . وعلى تأمين لقاءات في الفضاء (٩) · في غضون ذلك . تمّ تطوير برنامج أبولو الامريكي لارسال انسان الى القمر . وقد بلغ ذروة نجاحه مع أبولو ١١ . عندما وطأ نيل ارمسترونغ (١٩٣٠) وأدوين ألدرين (١٩٣٠) سطح القمر لأول مرة في التاريخ ·

استكشاف النظام الشمسي

كان مارينر ٢ الامريكي اول مسبار للكواكب السيارة يمر بالقرب من الزهرة (عام ١٩٦٢) ويرسل معلومات مفيدة عن هذا العالم الغريب ، عام ١٩٦٥ . حلّق مارينر ٤ فوق المريخ ، عام ١٩٧١ . دخل مارينر ٩ (١٤) في مدار حول هذا السيار وارسل عنه الاف الصور الممتازة ، في عام ١٩٧٤ . مرّ مارينر ١٠ بالقرب من الزهرة وعطارد . كما كان اول مسبار للمشتري . وهو بايونير ١٠ (١٥) . قد قام بمهمته عام ١٩٧٣ ، عام ١٩٧٥ اتجه بايونير ١١ نحو زحل وما يزال في طريقه اليه · في السنة ذاتها . اطلق السوفييت فنيرا ٩ وفنيرا ١٠ (١٨) . اللذين ارسلا صورا عن سطح الزهرة اظهرت تفاصيل تختلف عما كان متوقعا · اخيرا هبط فايكنغ ١ وفايكنغ ٢ الامريكيان بنجاح على سطح المريخ في شهر مارس عام ١٩٧٦ ·

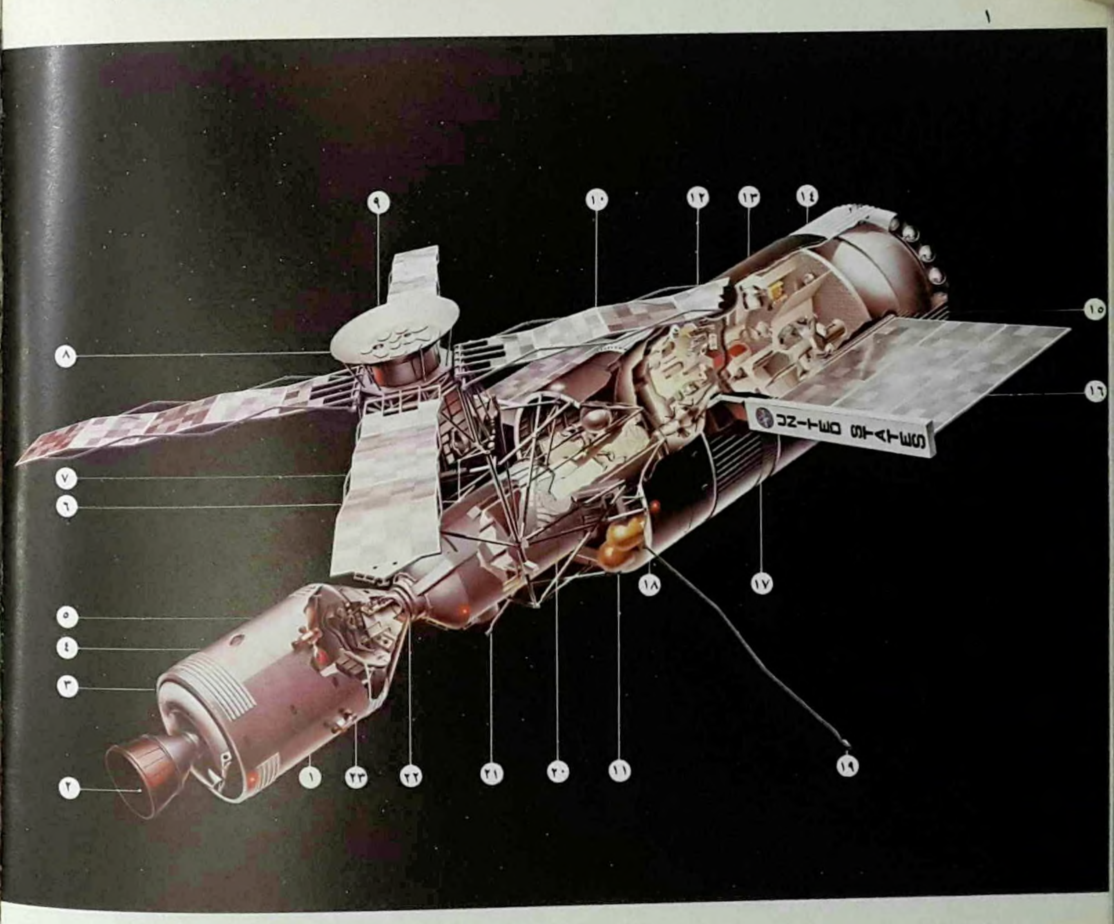
المحطات الفضائية

كان العالم السوفييتي، كونستانتين ادواردوفيتش تسيولكوفسكي (١٨٥٧ - ١٩٣٥) قد عرض، في مستهل هذا القرن، فكرة تابع اصطناعي مأهول أو محطة فضائية دائمة تدور حول الأرض. لكن آراءه في ذلك الحين اعتُبرت ضرباً من الخيال.

التغلب على الجاذبية

لم يكن معروفاً من قبل كيف يتأثر رواد الفضاء بفقدان الوزن. ففي المدار، عندما يكون الجذب الثقلي تقابله قوى قصور ذاتي مساوية له، لا يخضع الجسم لأي ضغط ميكانيكي. فيطوف رواد الفضاء وأي جسم آخر في الفضاء بدون وزن. يصَح هذا أيضاً في

١

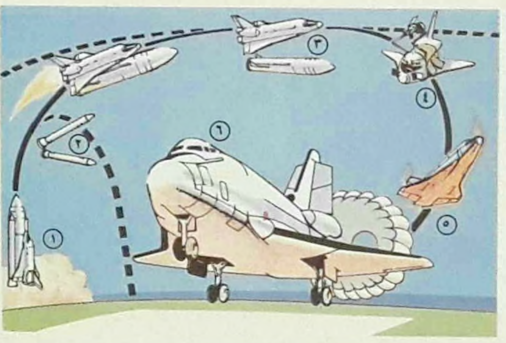


سفينة فضائية تتحرك بدون احتكاك في الفضاء نحو الأرض أو انطلاقاً منها ·

لقد انتشر انتشاراً واسعاً الاعتقاد بأن فقدان الوزن التام أو (الجاذبية الصفر) ، حتى ولو لفترات قصيرة . قد يكون له تأثيرات مضرة على رواد الفضاء . واتجهت الأفكار الى خلق جاذبيّة اصطناعية · ففي أحد التصاميم الأولى لتسيولكوفسكي . وكان لمحطة فضائية اسطوانية هائلة تدور بسرعة حول محورها المركزي . يظهر أفراد الطاقم يرسّخون ارجلهم ثابتة على الجدران الداخلية ورؤوسهم متجهة نحو محور الدوران تحت تأثير القوة الطاردة . كما بدت النباتات في ذلك البستان الفضائي نامية نحو الداخل باتجاه المركز ·

أما فرنهير فون براون (١٩١٢ - ١٩٧٧) الذي كان قد عمل في بينموندە (المانيا) على صنع صواريخ **ف ٢** . وكان المسؤول الرئيسي

(١) - كان سكايلاب اول محطة فضائية امريكية · أُطلقت في ٤ مايو عام ١٩٧٣ . وتعاقب على العمل فيها ثلاثة طواقم لمدة بلغت ١٧١ يوماً · كان وزنها ٨٢ طناً وطولها ٢٥ متراً . وبلغ قطرها في قطاع المشغل ٦،٧ امتار · عندما كانت في مدارها . كانت آلاتها وأجهزتها تعمل بواسطة طاقة الخلايا الشمسية · تظهر في الرسم الاجزاء المختلفة لهذه المحطة ؛ (١) سفينة أبولو المعدلة (سفينة قيادة وسفينة خدمة) لنقل الاشخاص الى المحطة الفضائية ؛ (٢) محرك صاروخي للدفع قوته الدافعة ٩١٠٠ كلغ ؛ (٣) مشعّات ؛ (٤) محركات صاروخية لحفظ التوازن تستعمل عند الارساء ؛ (٥) حجرة الطاقم في مركز القيادة ؛ (٦) سناد مرقب أبولو ؛ (٧) خلايا شمسية تحوّل ضوء الشمس الى كهرباء لتأمين الطاقة للمرقب ؛ (٨) حاجب الشمس · (٩) فتحات المرقب · (١٠ و ١١) خزانان . واحد للاكسيجين وواحد للنيتروجين لتأمين جو من الغازين الاثنين في داخل سكايلاب ؛ (١٢) جهاز المناورة ؛ (١٣) جهاز تخفيض الضغط ؛ (١٤) مقعد مقاوم للجاذبية ؛ (١٥) مؤن غذائية ؛ (١٦) خلايا شمسية ؛ (١٧) أسرَّة ؛ (١٨) أوعية للماء ؛ (١٩) هوائي ؛ (٢٠) مكيّف الارساء ؛ (٢١) مكيّف ارساء بديل ؛ (٢٢) مجرى تبادل الهواء ؛ (٢٣) بطاريات هبوط تعبأ بالطاقة الشمسية ·



(٢) - السفينة الفضائية ٢ المكوكية التابعة لناسا كناية عن عربة مدارية مجنحة تنطلق (١) ومعها خزّان خارجي كبير يحتوي على دافعات رافعة . وجهازا تنشيط صاروخيان ينفصلان عنها (٢) بعدما ترتفع ٤٥ كلم · قبل دخولها في مدارها . ينفصل الخزان (٣) بدوره عنها · اما حمولاتها الرئيسية فهي ، المختبر الفضائي الاوروبي . ومسابير فضائية لاطلاقها في مداراتها (٤) او القطع التي منها تصنع المحطة الفضائية · عند الهبوط . تستخدم السفينة المكوكية محركاتها كصواريخ ارتكاسية للدخول في الجو (٥) . حيث تتعرض لحرارات مرتفعة تتقيها بما طليت به من مواد مضادة للحرارة · اخيراً تعود السفينة فتحط في قاعدتها على الارض (٦) ·

عن الصواريخ التي أطلقت أول التوابع الامريكية الاصطناعية ومركبة أبولو القمرية . فقد تقدم عام **١٩٥٢** باقتراح لإنشاء محطة فضائية بشكل دولاب هائل دوّار (٥) .

غير أن رحلة يوري غاغارين في فوستوك ١ . عام **١٩٦١** . قد بيّنت أن فقدان الوزن ليس مزعجاً . وفي الواقع . بقي منذ ذلك الحين بعض الطيارين في حالة فقدان الوزن هذه في الفضاء الى ما يقرب من ثلاثة أشهر .

المحطات الفضائية : حاضرها ومستقبلها

في أوائل السبعينات . بعد الاستفادة من اختبارات المركبات الفضائية السوفييتية سويوز والامريكية أبولو . التي كانت تحمل ادوات علمية مختلفة . اطلقت في الفضاء لأول مرة محطات مدارية حقيقية .

مع ان الروس صادفوا صعوبات جمة مع محطتهم الاولى من نوع محطات ساليوت التي يبلغ وزنها **١٩** طناً . فقد قاموا منذ ذلك

٣

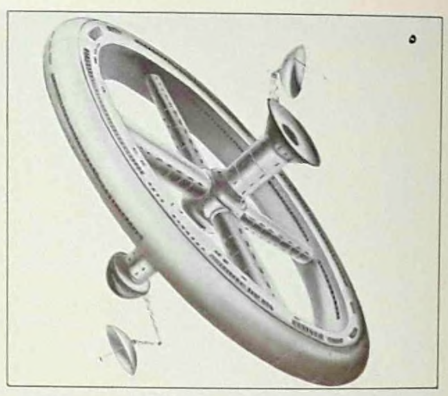
(٣) - ستكون المحطات الفضائية المقبلة مختلفة عن تصميم الدولاب الانيق في عصر الروّاد . ستصمم المحطة المفروض تجميعها في الفضاء . للدوران حول الارض على ارتفاع ٥٠٠ كلم تقريباً . ولإيواء طاقم يصل عدد افراده الى ١٠٠ شخص . في هذا الرسم نشاهد سفينة فضائية مكوكية تحمل مركبة ذات دفع ذاتي لسفينة قاصدة المريخ . السفينة التي تُرى في مقدمة الرسم تطلق صواريخها الارتكاسية للعودة الى الارض . الى تحت . يُرى سطح الارض تغطيه الغيوم بغزارة . وتُرى مركبات أخرى مختلفة في السماء السوداء .

٤



الحين بعدد من المهمات الناجحة · كانت للأمريكيين أيضاً مشكلات مع محطاتهم. فقد طرأ خلل على محطتهم سكايلاب عند اطلاقها . وكان لا بد من اصلاحها وهي في مدارها . قبل ان يبدأ علماء الفضاء باختباراتهم . وقد تعاقبت على قيادتها والعمل فيها ثلاثة طواقم امضت تتابعاً في الفضاء ٢٨ و ٥٩ و ٨٤ يوماً (١) ·

السفن الأولى التي كانت تنقل رجالاً



(٤) . ك . أ . تسيولكوفسكي . رائد الملاحة الجوية وواضع مبادىء المحطات الفضائية . كان معلماً روسياً خجولاً وأصمّ ؛ لم تنشر مقالاته الاولى حول الملاحة الجوية الا عام ١٩٠٢ . مع انه كتبها عام ١٨٩٧ · لم تثر هذه المقالات اهتماماً في ذلك الحين . ولم يعرف تسيولكوفسكي الشهرة الا في أواخر حياته · يوجد الآن متحف للفضاء في كالوغا حيث عاش · بالرغم من انه لم يكن من المختبرين . جاءت أكثر نظرياته صحيحة · كان متقدماً على عصره ·

(٥) . اعطيت المحطة الفضائية الاولى شكل دولاب رُكّب في الجزء منه المدعو قبّا مستودع الطاقة وبنيت في اطاره المساكن · صممت هذه المحطة في البدء على هذا الشكل . لتأمين الجاذبية الاصطناعية بواسطة دوران الدولاب · كان يظن في حينه ان قوة الجذب البالغة الصفر حتى ولو لفترات قصيرة . قد تكون مؤذية لرواد الفضاء · لكن رحلة يوري غاغارين والتجارب التي جاءت بعدها مع محطات سكايلاب وساليوت السوفييتية بيّنت خطأ هذا الاعتقاد ·

وحمولات الى هذه المحطات .كانت انواعاً من مركبات فضائية معروفة تطلقها صواريخ . غير قابلة للاسترجاع · لتخفيف النفقات . يعمل العلماء الامريكيون اليوم على بناء سفينة فضائية مكّوكية . يمكن استرجاعها واعادة استعمالها . تنطلق عمودياً كالصاروخ . وتستطيع اطلاق توابع منها ، وتقوم بزيارات الى المحطات الفضائية . وتعود اخيراً الى الارض . كما تعود الطائرة العادية (٢)·

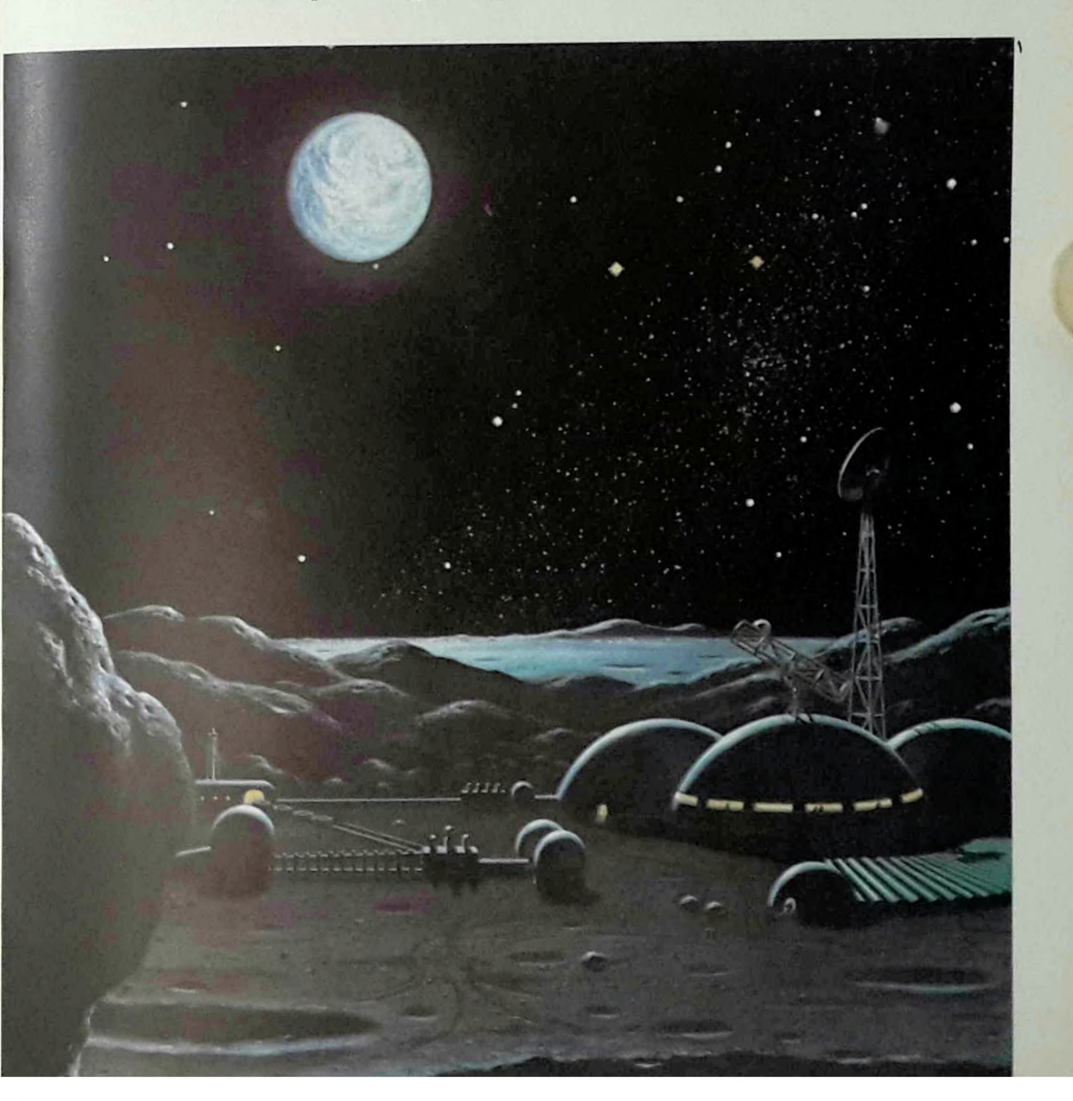
استخدام المحطات المدارية

تقوم أهمية المحطات المدارية على تأمين اعمال لا يمكن للتوابع غير المأهولة تأمينها الا بنفقات باهظة · استُخدمت المحطات الفضائية الأولى لاجراء بحوث حياتية وكيميائية وفيزيائية . ولتجميع ملاحظات ومعلومات حول موارد الارض الطبيعية . وللقيام بدراسات حول الشمس والكواكب الأخرى ·

كان سكايلاب وسفينة الفضاء أبولو اللذان اشتركا في اللقاء الفضائي الامريكي الروسي في عام ١٩٧٥ مجهزين بأفران كهربائية صغيرة لصهر عينات من معادن مختلفة في حالة فقدان الوزن · قد يصبح من الممكن في المستقبل . في مثل هذه الحالة . صنع انواع من الفولاذ تكون مفرطة الخفّية وتتمتع بكثير من خصائص الفولاذ المُصمَت . كما قد يصبح من الممكن ايضاً صهر مواد متباينة كالفولاذ والزجاج وصنع بلورات غاية في النقاوة للصناعة الالكترونية · سيكون التحرر من الجاذبية أيضاً مناسباً . في معالجة بعض الامراض . لعزل مواد بيولوجية وجعل اللقاحات أكثر نقاوة ·

استعمار القمر

كانت بعثات ابولو الى القمر استكشافية (٥) في جوهرها . فكل ما كان باستطاعة ابولو ان يفعله ان ينقل ثلاثة رجال الى جوار القمر . وينزل اثنين منهما على سطحه لمدة قصيرة . ثم يعود بجميع افراد الطاقم الى الارض سالمين . لم تتخذ اي احتياطات للانقاذ في حال حدوث خلل في المركبة القمرية خلال التجوال على سطح القمر . وكانت امكانية النجاة محدودة للغاية . غير ان ابولو كان جزءا اساسيا من البرنامج الاصلي لاستعمار القمر . وقد اتى بالدليل على ان ليس ما يحول دون اقامة قواعد ثابتة على القمر في وقت ما في المستقبل .



المشكلات التي برزت على القمر

ليس هناك مجال لجعل القمر ارضا ثانية . فالقمر ، لسوء الحظ ، جرم خال من الهواء ، وليس من امل ولو ضئيل بخلق جو فوق سطحه يكون صالحا للتنفس . فسرعة الافلات فيه تجعله عاجزا عن الاحتفاظ بجو كثيف شبيه بجو الارض . وعدم وجود الجو يعني انعداما كليا للماء . خلافا لما كان يتوقع في الماضي ، يبدو الآن أنه لا يمكن استخراج الماء من الصخور القمرية ، وذلك لسبب بسيط هو انها لا تحتوي على ماء . كذلك ليس من أمل بوجود جليد تحت سطح القمر . لذلك على مستعمري المستقبل اذن ان يأخذوا معهم كل شيء . وسيمضي وقت طويل ولا شك ، قبل ان تصبح محطة قمرية قادرة على الاكتفاء الذاتي .

تطور القواعد القمرية

حوالى عام ١٩٩٠ ، لا بد من ان تكون

٢



(٢) ـ طالما استهوى القمر كتّاب العلم الخيالي ! فقد وصف جول فرن (١٨٢٨ ـ ١٩٠٦) رحلة حول القمر منذ اكثر من قرن . ووصف هـ ج . ولز (١٨٦٦ ـ ١٩٤٦) عالما غريبا تقطنه كائنات شبيهة بالحشرات . وفي عام ١٩٠٨ ، ظهر اول فيلم مشهور بعنوان « رحلة الى القمر » لجورج ميلياس (١٨٦١ ـ ١٩٣٨) . هذه الصورة من الفيلم تمثل وصول الصاروخ وما عاناه القمر من اسى واكتئاب من جرّاء ذلك . يرينا الفيلم النزهة التي قام بها الرحالة على سطح القمر دون ان يفوتهم فتح شماسيهم لاتقاء حرارة الشمس الحادة . كان الفيلم قصيرا ، ولكنه لاقى نجاحا كبيرا ، خصوصا في المؤتمرات العلمية .

(١) ـ من المرجح ان تشاد محطة قمرية دائمة في اقاصي شمال القمر لتحاشي لفح الشمس المحرق وسط النهار عند خطوط العرض المنخفضة (مع العلم ان درجة الحرارة الليلية هي واحدة في جميع نقاط السطح) . يرمز ارتفاع الارض المنخفض نسبيا في السماء الى الارتفاع العالي للموقع . عند طنف نصف الكرة القمرية ، المتجه نحو الارض ، يرى مراقب واقف على القمر الارض في الافق (مع تغيرات ضئيلة سببها مدار القمر غير المنتظم) ، في حين لا يستطيع ابدا رؤيتها من يكون في جهة القمر الاخرى . في هذا الرسم تُرى الارض بدرا ، والغيوم تحجب تفاصيل سطحها . لقد اتمت اختراقها للمجرة ودخلت كوكبة الجوزاء . النجم الاحمر الى اليمين هو ايتا الجوزاء ، وهو نجم متغير نصف منتظم تتألف القاعدة من عدة قبب لكل منها جهازه الخاص من الادسمة الهوائية . من الضروري جدا الاحتفاظ بالجو الاصطناعي الى اقصى حد ممكن . ولا غنى عن الادسمة الهوائية لاتقاء انخفاض مفاجيء للضغط في احدى القبب . تُرى ايضا هوائيات رادوية وادوات اخرى متنوعة . الاضاءة مؤمنة عن طريق ضوء الارض ، لأن الارض « كاملة » (بدر) والشمس تحت الافق . لمراقب ارضي ، يظهر القمر هلالا . ويبدو الاشعاع على الصخور القمرية ضاربا الى الزرقة

اولى القواعد القمرية الدائمة قد انشئت · لا شك انها ستكون اكمل صنعا بكثير من مركبات ابولو المدفوعة بالطاقة الكيميائية · كذلك ستكون مشاريع المحطات الفضائية ايضا قد نفذت الى حد كبير . بحيث تصبح الرحلة الى القمر من الامور الممتعة · قد تكون الخطوة الاولى في هذا الاتجاه ارسال مؤن الى موضع معين من سطح القمر قبل ارسال الرواد . بحيث يجد هؤلاء عند وصولهم ما يحتاجون اليه ·

في المرحلة الاولى . ستكون المركبات القمرية ذاتها هي القواعد على سطح القمر · لكن هذه المرحلة الرائدة لن تدوم طويلا . وستعقبها تصاميم اكثر تطورا ·

في ذلك العالم الجديد . من الضروري اعادة تكييف كل شيء (بما في ذلك النفايات البشرية) . ولاسيما الجو · فسيقضي المستعمرون فترات طويلة على سطح القمر .

٣

(٣) - مما لا ريب فيه ان المحطة القمرية الاولى ستكون بعيدة عن كمال المحطات المتقنة النهائية · أخذ هذا المشهد توا بعد ان استقرت البعثة الرائدة على سطح القمر · في امامية الصورة . ترى العربة الأساسية للمحطة الفضائية التي ستصبح مركز المحطات في المستقبل · تستطيع الآن استقبال ما لا يقل عن اثني عشر شخصا وبامكانها تأمين كل ما هو ضروري لاقامة طويلة · في حالة طارئة . من الممكن اعادة الطاقم الى الارض بواسطة مركبات مكوكية · تشاهد ايضا عربة قمرية . شبيهة بالعربات التي استعملت خلال رحلات ابولو الثلاث الاولى والتي كان نجاحها كبيرا · في الصورة ايضا سفينة شحن ومركبة شحن منفصلة ومثقاب قمري ·

(٤) - بحر الامطار (أ) وسلسلة جبال الابنين (ب) هي الموقع الذي هبطت فيه بعثة ابولو ١٥ · من المعقول ان يصبح يوما ما موضعا لأول

مما يقتضي بالضرورة جعل الحياة فيه مريحة وهنيئة · من الضروري مثلا في داخل المحطة ان يكون بامكان المستعمرين خلع ثيابهم الفضائية . والتصرف بقدر ما يمكن تصرفا طبيعيا في ظروف جاذبية تبلغ ١٧ في المائة من جاذبية الارض ·

حاجات الغذاء الاساسية

ارسال المؤن الغذائية من الارض امر غير



٤ محطة قمرية · بحر الامطار يقع بعيدا عن خط استواء القمر . وهو احد اجزاء القمر الاكثر انبساطا . وتثبت المعلومات المفصلة المتوفرة الآن عنه . بما فيها العيّنات من تربته الصخرية . انه مزيج معقد من المقذوفات البركانية ·

(٥) ـ الرائد الفضائي جيمس ايروين من بعثة ابولو ١٥ واقف في منطقة هادلي ابنين . وهي احد المواقع الممكنة لاقامة المحطة القمرية الاولى عليها . يرى وراءه جبل دلتا هادلي ·

٥



عملي . ولا مفر من جعل نباتات تنمو على القمر · مما لا ريب فيه ان هذا الامر مستحيل في الخارج . لكنه ممكن داخل القبب . اذا طبقت فيها مبادىء الزراعة المائية التي تسمح بنمو النباتات بدون تربة · في هذه الحالة . تعلّق النباتات في شباك داخل صهريج . وتغذّى بسوائل مغذّية تجري تحتها · لقد اختُبر هذا المبدأ واعطى نتائج ممتازة . وليس ما يحول دون نجاحه على القمر ·

سيسكن المحطات القمرية الاولى علماء دون سواهم . من فيزيائيين يرغبون في الافادة من الجاذبية المنخفضة والفراغ الفضائي والاشعاعات الواردة من الفضاء . ومن فلكيين يسعدهم الانعتاق من القيود التي تفرضها الطبقات الحاجبة في جو الارض . وكيميائيين واحيائيين واطباء . وبكلمة واحدة . علماء من جميع الاختصاصات · فالمحطة القمرية من شأنها ان تزودنا بالكثير من المعارف الجديدة ·

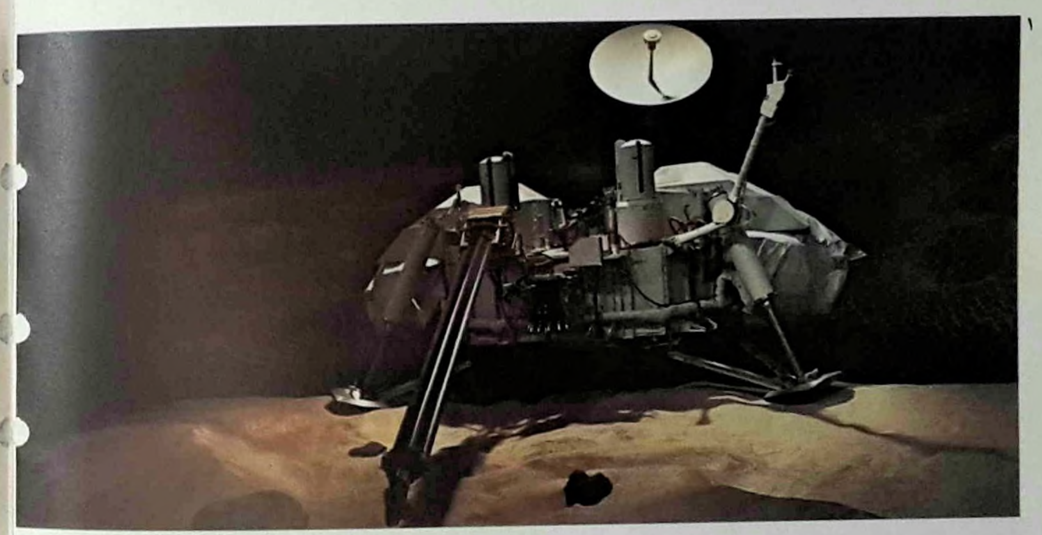
في مرحلة تالية . ستصبح المستعمرة اكثر قدرة على كفاية ذاتها بذاتها . فيكون باستطاعتها استقبال غير العلماء . لزيارات قصيرة على الاقل · ففكرة قضاء عطلة على القمر لن تكون . بعد مائة سنة . امرا مستغربا · عندئذ قد يولد اطفال على القمر . وسيحق لهم ان يعتبروه . دون الارض . مسقط رأسهم · قبل نهاية القرن الحادي والعشرين . لن يكون على القمر قاعدة واحدة فقط . بل قواعد عديدة تستخدم لأغراض مختلفة ·

من الممكن في نهاية القرن الحادي والعشرين . وان كان ذلك احتمالا ضئيلا . ان يطالب سكان القمر الجدد بالاستقلال عن وطنهم الام . السيار الارض ·

القاعدة المرّيخيّة

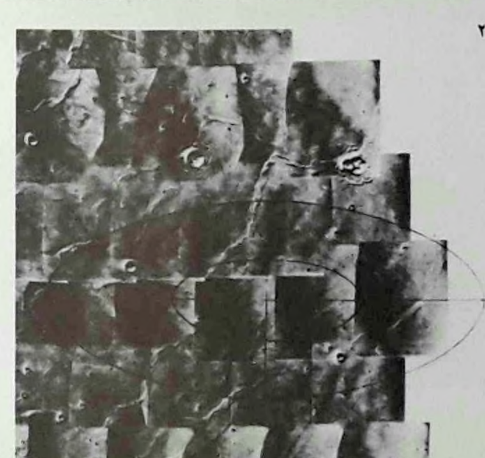
في اوائل القرن العشرين . كان يُظنّ ان المريخ صالح لظهور حياة عليه شبيهة بالحياة الارضية . وانه قد يكون الآن مأهولا . وقبل ذلك . اي في عام ١٨٧٧ . كان الفلكي الايطالي جيوفاني شياباريلّي (١٨٣٥ - ١٩١٠) قد اثار فضول العالم . عندما تحدث عن كائنات عاقلة على المريخ بنت شبكة واسعة من الاقنية لريّ سطحه المتيبّس . وقد كتب قائلا : « ان رقعة قارة السيار الواسعة مثلّمة بكاملها في كل انحائها بشبكة من الخطوط العديـدة المتفاوتة الألوان . التي يبلغ اقصرها ٣٠٠ ميلا واطولها بضعة آلاف » لكـن ما فاته هو ان هذه الخطوط يجب ان يكون عرضها ممتدا لعشرات الكيلومترات .

١



(١) - استخدم العلماء في مختبر الدفع النافوري في باسادينا . كليفورنيا . عربة هبوط كانت نموذجا اصطناعيا لعربة الهبوط من طراز فايكنغ . وذلك لكي يحلّوا من المختبر المشكلات التي تواجهها السفن الفضائية الحقيقية على المريخ . هكذا تمكنوا مثلا من تحرير مسمار في مجرفة التربة على فايكنغ ١ كان مفروضا فيه ان ينفلت من تلقاء ذاته . تحكّم المختبر عن مسافة تربو على ٣٤٠ مليون كلم بذراع المجرفة لتحرير المسمار . بعد ان قام بسلسلة من الحركات على النموذج الاصطناعي للعربة . ترى في هذه الصور مجرفة العينات ثم الكميرات (في اعلى اليسار وفي الوسط) وعارضة الرصد الجوي (في اعلى اليمين) .

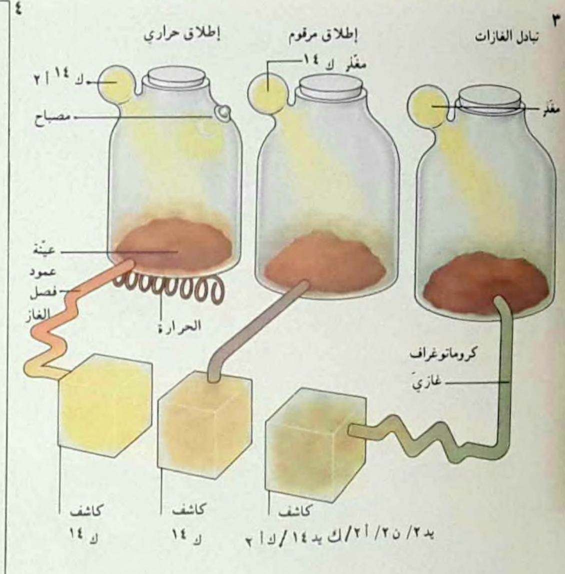
٢



كي تكون رؤيتها ممكنة على هذه المسافة من المريخ ·

الحياة على المريخ

تبددت هذه الاسطورة نهائيا . عندما وصلت المسابير الفضائية الاولى الى المريخ في الستينات والسبعينات · فبدلا من صحارى واسعة شبيهة بالصحراء الافريقية . ظهرت هناك آلاف من الفوّهات الشبيهة بفوّهات القمر . وبراكين هائلة . ووديان واسعة . وأشكال شبيهة بقيعان الأنهر القديمة الجافة (او مجاري حمم رقيقة وفقا لأحدى النظريات) · كذلك تبيّن انه لو كان هناك ماء في المريخ . لوجب ان يكون محصورا تحت السطح بشكل جليد او صقيع سرمدي · اما القبب القطبية المتلألئة بياضا . فمن الصحيح انها تبدو جليدا مائيا في الدرجة الاولى . لكن المناخ بارد والجو المؤلف



(٢) ـ هنا هبط فايكنغ (١) . على مسافة ٢,٥ كلم من المكان الذي كان قد حدد له بالقرب من وسط الاهليلج الظاهر في الصورة في حوض كرايز بلانيتيا الواقع شمالي شرقي براكين المريخ الكبرى وهضبة ثارسيس ·

(٣) ـ كان البحث عن الحياة من المهمات الاساسية لبعثات فايكنغ . فجهزت كل عربة هبوط من عرباته بمختبر حياتي اوتوماتيكي · كانت تزوده مجرفة آلية بعيّنات التربة . وقد اجريت ثلاثة اختبارات ، اختبار « الاطلاق الحراري » بقصد الكشف عن اي كائن حي مجهري يعيش بفضل التركيب الضوئي ، اختبار « الاطلاق المرقوم » للبحث عما اذا كانت علامات الأيض تدل على وجود متعضيات تعيش في التربة وتتكاثر ، واختبار التبادل الغازي للبحث عما اذا كان هناك اي تبادل غازي بين جراثيم التربة وجو الحجرة ·

المرّيخ

	ك أ٢	جو	أ٢	ن٢

الأرض

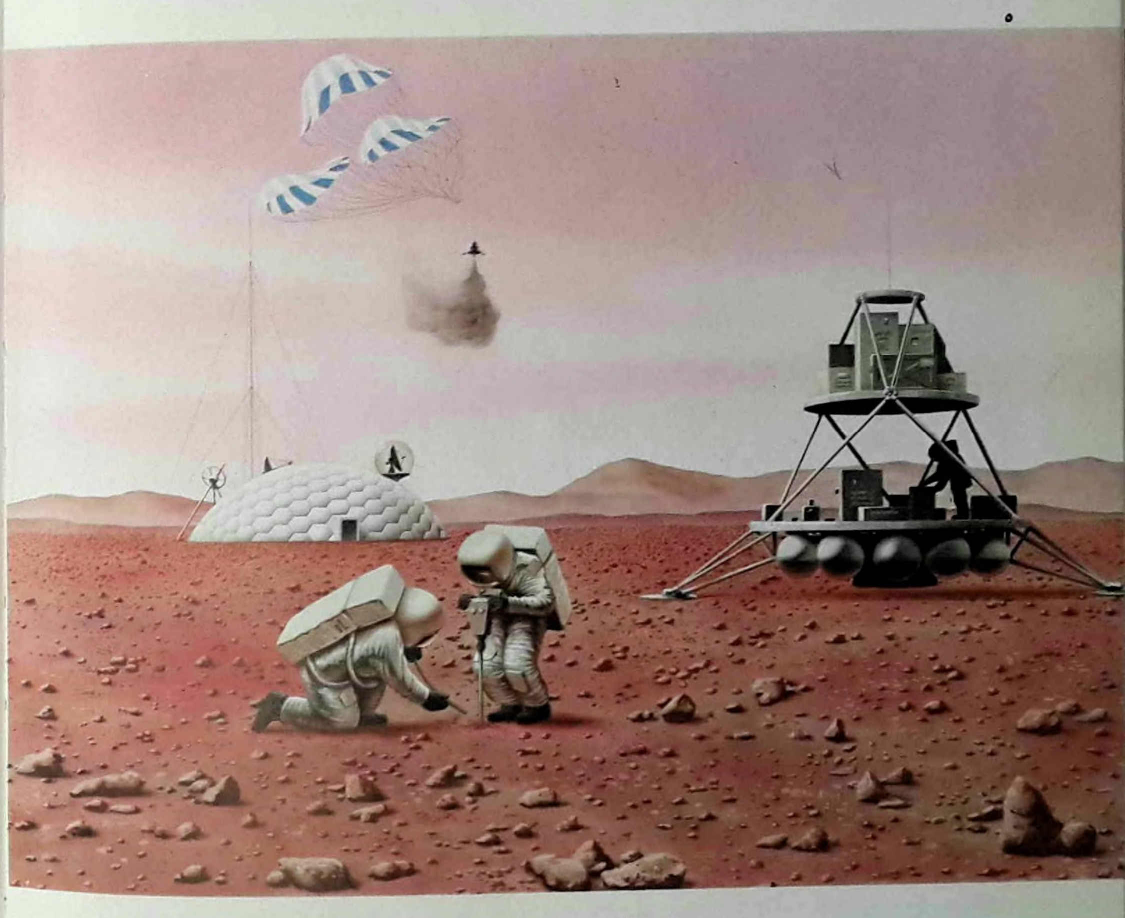
	ك أ٢	جو	أ٢	ن٢

(٤) ـ المقومات الأساسية لجو المريخ مقارنة هنا مع جو الأرض ·

خصوصا من ثاني اكسيد الكربون متخلخل (يتراوح الضغط فيه بين ٥ و ٨ ملّيبرات) بحيث لا يمكن للماء ان يكون في حالة السيولة على هذا السيّار ·

المشكلة الأساسية في ارسال أناس الى المريخ هي مشكلة الوقت والمسافة · ففيما يستطيع ملاحو الفضاء الهبوط على القمر والعودة منه في اقل من اسبوعين . على السفينة المريخية . بالعكس . ان تخترق النظام الارضي القمري بكامله . وان تنطلق بعد مغادرته في رحلة طويلة جدا تجول بها حول الشمس · فقبل البدء بمشروع من هذا النوع . لا بد من بناء محطة فضائية في مدار حول الارض لاستعمالها محطة تجميع ومستودعا للوقود · كذلك على الرجال والنساء . الذين سيقومون بهذه الرحلة . ان يتعلّموا اولا طيلة مدة تتراوح بين سنة ونصف وسنتين ونصف . كيف يعيشون

٥



ويعملون في الفضاء ·

الهبوط على المريخ

لا يكون الانطلاق الى المريخ ممكنا الا مرة كل **٢٥** او **٢٦** شهرا . وذلك عندما يكون المريخ في « المقابلة » · كان هناك مشروع امريكي لارسال بعثة الى هذا السيّار قبل نهاية هذا القرن . لكنه وضع جانبا في الوقت الحاضر بسبب نفقاته الباهظة · يقتضي هذا

(٥) - تختلف اجراءات اقامة محطة على المريخ عنها على القمر · فسيكون من الضروري . بسبب بعد الارض عن المريخ . بناء محطة كاملة على الفور لمعالجة الحوادث الطارئة · تبدو في هذا الرسم عربة لرحلة سياحية الى المريخ شبيهة بعربة رواد الفضاء . وقد حطّت على سطح السيار · في عداد حمولتها قبة قابلة للانتفاخ . كالتي ترى في خلفية الرسم · هناك عربة اخرى على وشك انزال مختبر جوّال سيستخدمه الرواد لاستكشاف التربة · اما تقنية الهبوط . فهي تقنية مركبات فايكنغ ذاتها · فبعد انفصال عربة الهبوط عن السفينة الام الدوّارة . تطلق هذه العربة صاروخا كابحا للهبوط . وتدخل جو المريخ بسرعة ١٦٠٠٠ كلم في الساعة . ثم تأخذ بتخفيف سرعتها . اولا بتشغيل مقاومة . ثم بواسطة المظلات · على ارتفاع بضعة كيلومترات عن السطح . يُستغنى عن المظلات . وتستعمل صواريخ ارتكاسية لتلطيف الصدمة عند الهبوط · يجب ان يكون العتاد معدا ليتلاءم مع مناخ المريخ · فيكون للقبب مثلا جدار مزدوج لحماية الاشخاص في داخلها من البرد . وتوضع صحون الرادار داخل قبب هوائية لوقايتها من عواصف الغبار · اما التجهيزات الاخرى . فيجب ان تشتمل على مولدات نووية لتأمين الطاقة وكميات احتياطية من الاكسيجين والماء والطعام · كذلك لا بد من تأمين مصادر للماء والاكسيجين لجعل المحطة اقل اعتمادا على موارد الارض · التنقيب يبدأ قبل الهبوط بقذف مسابير من المدار شبيهة بالقذائف لتدخل في التربة على عمق بضعة امتار للتحقق من تركيبها الكيميائي · في الاماكن الملائمة . يمتطي الرواد مختبرهم الجوال لاستكمال ابحاثهم · في الرسم يُرى علماء طبقات الارض يأخذون عيّنات جوفية لتحليلها ·

المشروع بناء سفينتين مزودتين بالطاقة النووية . طول الواحدة منهما **٨٢,٣** مترا وتستوعب ستة اشخاص · وقد بدأ العمل لصنع محركات صواريخ نرفا . التي تستعمل الحرارة النووية لتحويل وقود الهيدروجين السائل الى دفق قوي دافع · تتضمن الخطة الموضوعة ان تأخذ الرحلة الرواد . بعد الدوران حول الشمس . الى نقطة من الفضاء سيصل اليها المريخ بعد تسعة اشهر . وان تظل السفينتان في القسم الاكبر من الرحلة متصلتين . وان لا تنفصلا الا قبيل وصولهما . وان توضعا في مدار حول المريخ لمدة ٨٠ يوما . بعد ان يهبط ثلاثة رواد من كل منهما على السطح في عربة هبوط ·

آلات ذكية

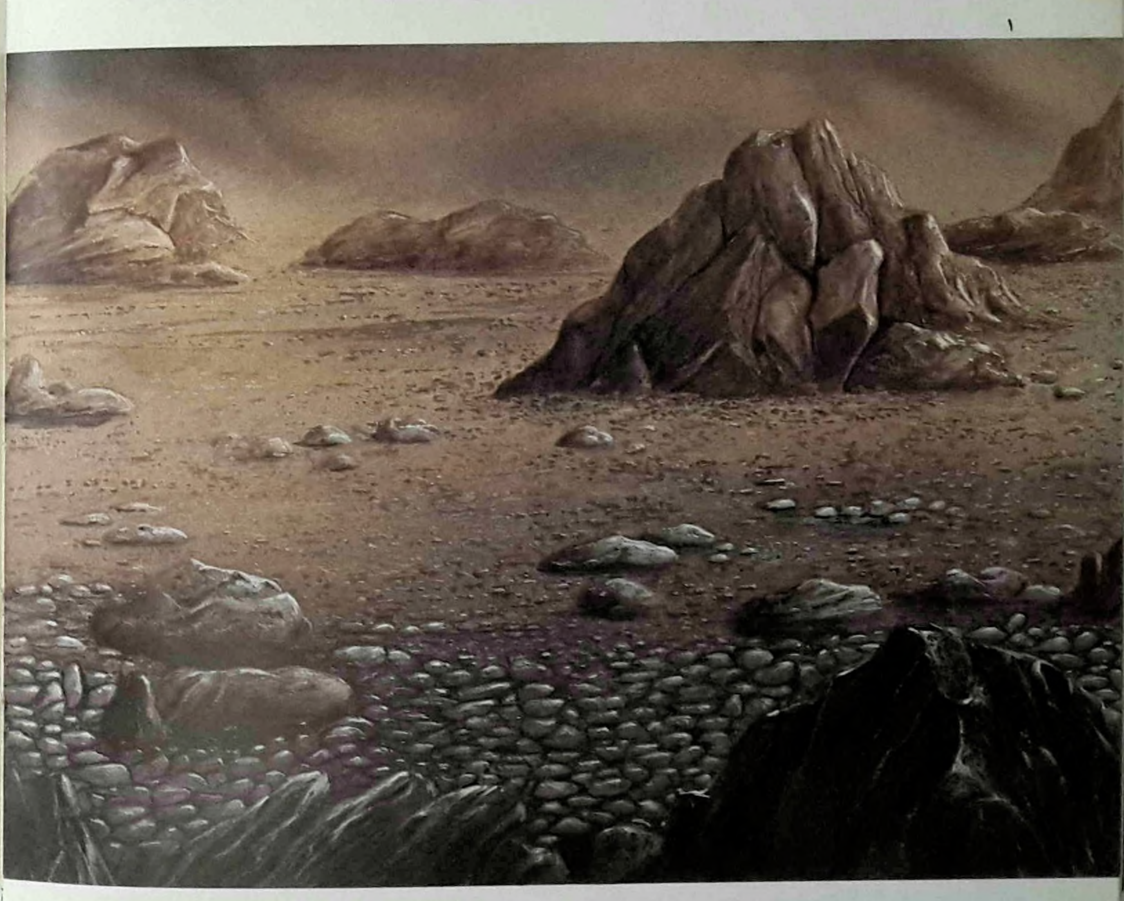
مما هو ممكن وقابل للتحقيق حاليا هو انزال مركبة فضائية غير مأهولة على سطح المريخ . ومعها عربة طوّافة تجمع عيّنات من التربة والصخور من مواقع مختلفة · بعد ايداع العيّنات في صاروخ . يطلق به في الوقت المناسب الى الارض · بعد وصول هذه العيّنات الى الارض من الواجب عزل كل عيّنة منها للتحقق من خلوّها من جراثيم ايّ مرض مجهول . وخير مكان لتحليلها يكون مختبرا مداريا حول الارض · اما الصخور والتربة التي تم الحصول عليها من القمر . فقد ابقيت في بيئة معقّمة في مختبر خاص مدة طويلة الى ان صرّح علماء الحياة بأنها خالية من الخطر · كل هذا يجعلنا اكثر تنبّها الى مختلف المجهولات العديدة التي قد تعترض اية بعثة الى الاجرام الاخرى من النظام الشمسي ·

استكشاف السيارات الداخلية

مع ان الزهرة هي اقرب السيارات الى الارض . فقد استغرق اكتشاف طبيعة سطحها الحقيقية وقتا طويلا . لأنها محجوبة دائما عنا بجو من الغمام الابيض . هذا السيار اصغر قليلا من الارض . وهو اقرب الى الشمس منها بمسافة ٤٠ مليون كلم ويتلقى من النور والحرارة ضعفي ما تتلقاه الارض . هذه الامور بسيطة . لكنها حملت علماء الفلك على اقتراح نظريات لا تخلو من الغرابة . ففي عام ١٩١٨ . تصور السويدي سفانتي ارينيوس الحائز على جائزة نوبل . ان هذا السيار مغطى ببحار ومستنقعات وادغال بخارية . وانه قد يكون عامرا بهولات ومسوخ بدائية .

لكن فلكيي الثلاثينات والاربعينات

١



كانت لهم اراء مختلفة . فقد اكتشفوا بواسطة التحليل الطيفي ان العنصر الرئيسي المكوّن لجو الزهرة غاز ثقيل هو ثاني اكسيد الكربون . فاستوحوا من ذلك ان اشعاع الشمس لا بد ان يتجمع في ذلك الجو على شكل « دفيئة » . محدثا حرارة مرتفعة .

الزهرة : بيئة غير مضيافة

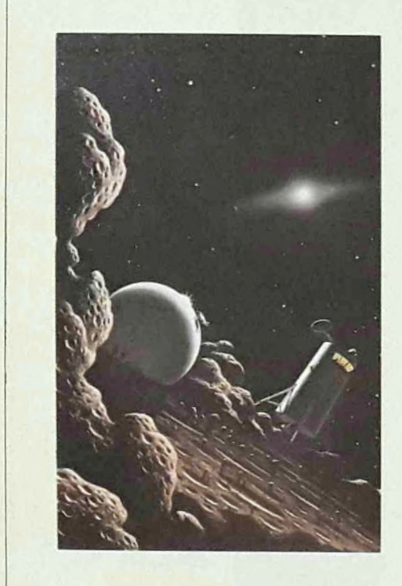
دلّت اصداء الرادار الذي صوّب من الارض الى السيار في الستينات على ان سطحه وعر وقد تكون فيه فوهات براكين واسعة . وان الزهرة تدور على محورها مرة كل ٢٤٣ يوما ، باتجاه يخالف اتجاه دوران الارض .

ثم جاءت المسابير الفضائية . فبدأت مع مارينر ٢ الأمريكي الذي اكتفى بالمرور بالقرب من السيار عام ١٩٦٢ . ثم تواصلت مع كبسولات فنيرا السوفييتية التي دخلت في جوّه . فاثبتت جميعها ان حرارة السطح تفوق

٢



٣



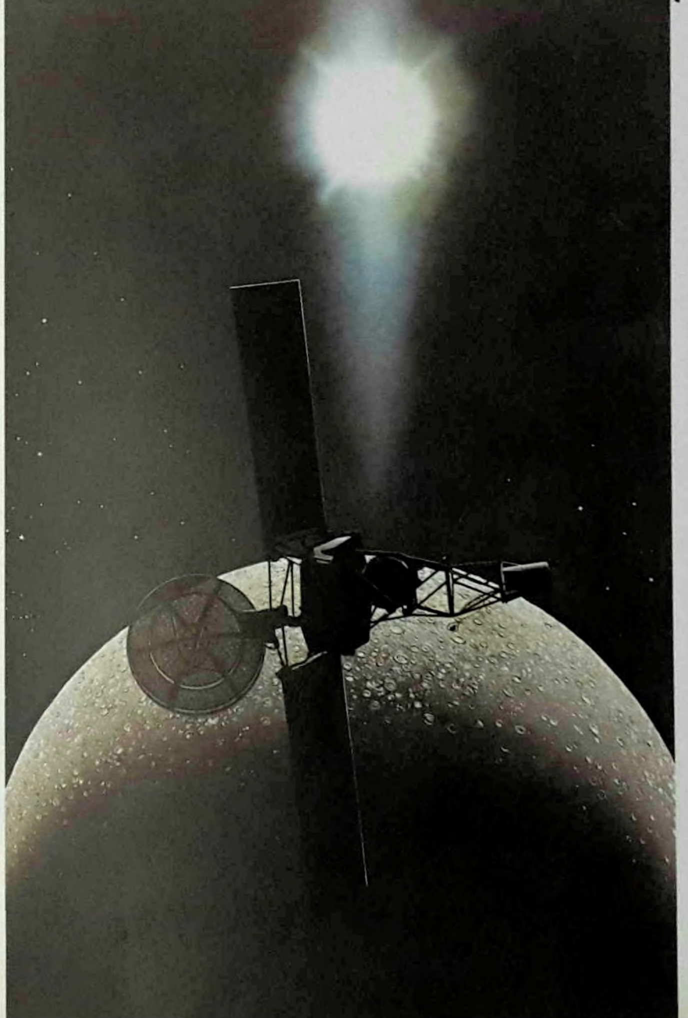
(١) ـ اتضح الآن ان الزهرة جرم يختلف كل الاختلاف عن كل ما كان منتظرا . فقد اظهرت الصور الواردة من فنيرا ٩ و ١٠ ما سمّاه الروس « صحراء حجرية » تظهر هنا في رسم فنان ، صخورها ملساء نسبيا . ويظنّ ان التآكل على الزهرة دون ما هو عليه على الارض ، وحتى دون ما هو عليه على عطارد ، سماؤها الصافية لا ترى ابدا من خلال الغيوم الحمضية الأكالة والكثيفة التي تحيط بالسيار جاعلة منه جرما مظلما وغير مضياف . لقد خيبت الزهرة آمال الذين نظروا اليها كمستعمرة ممكنة . من المرجح ان تكون تضاريس سطحها من اصل بركاني . ولا يعرف ما اذا كانت البراكين ما تزال ناشطة فيها .

(٢) ـ حمل جو الزهرة الكثيف العلماء على الاعتقاد بأنه مفرط الانكسار . اي ان الاشعة الضوئية تنثني فيه الى حد ان مراقبا على سطح السيار يرى نفسه كما لو كان هو في حوض واسع وكان الافق من حوله منحنيا الى فوق . غير ان المسبارين فنيرا ٩ و ١٠ أبانا ان الامر على غير ذلك . فجو الزهرة لا يبدي ما كان متوقعا فيه من فرط الانكسار .

(٣) ـ قد تصبح يوما الكويكبات ، اي السيارات الصغرى ، هدفا لبعثات استكشافية . تمثل هذه الصورة التي تخيلها فنان رواد فضاء نزلوا على ايروس ، وهم ينصبون قبة نصف شفافة قابلة للنفخ ، ويستعدون للقيام برحلة جيولوجية . يبلغ قطر ايروس حوالى ٢٧ كلم . وشكله غير منتظم كأكثر الكويكبات . وهذا ما يجعل منحدر افقه غريبا . يحمله مداره على الابتعاد عن الحزام الرئيسي للسيارات الثانوية ويجعله يقترب الى اقل من ٢٤ مليون كيلومتر من الارض . سطحه مليء بالفوهات الناجمة عن اصطدامه بحطام الكواكب المتفجرة السابحة في حزام الكويكبات .

نقطة انصهار الرصاص . وان الضغط الجوي من شأنه ان يسحق اي نوع عادي من انواع المركبات الفضائية .

في عام ١٩٧٥ ، دار المسباران فنيرا ٩ و ١٠ في مدار حول الزهرة . بعد ان اطلقا كبسولتين مجهزتين بآلة للتصوير حطتا على بعد ٢٢٠٠ كلم الواحدة عن الاخرى . كانت الكبسولتان مبنيتين بمتانة لمقاومة الضغوط العالية . فهبطتا بواسطة المظلات الواقية وكابح هوائي مستدير . وكانتا مبردتين ومعزولتين لتعملا نصف ساعة على الاقل على السطح المتوهج حرارة . عملت الاولى لمدة ٥٣ دقيقة وارسلت صورا الى الارض عن طريق مركبتها الأم . ارسلت صورة شاملة عن المشهد المحيط بها . فظهرت فيه اكداس من الحجارة الحادة الاطراف التي يتراوح قطرها بين ٣٠ و ٤٠ سم . والتي لا يبدو انها قد تأثرت بالحرارة او تأكل الريح .



(٤) ــ اقترب مارينر ١٠ من عطارد في شهر آذار بعد ٧ اسابيع من مروره بالقرب من الزهرة . وارسل صوره الاولى التي بيّنت ان عطارد . مثل القمر . مليء بالفوّهات . في هذه الصورة . ترى لوحتا مارينر اللتان يبلغ طولهما ٩ امتار واللتان تزودان الاجهزة المختلفة بالطاقة الشمسية . يرسل الهوائي المقعر معلومات الى الارض . وهناك اجهزة لقياس المجالات المغنطيسية والجسيمات المشحونة واشعاعات ما فوق البنفسجي وتحت الاحمر . مر مارينر ثلاث مرات بقرب عطارد . وفي كل مرة ارسل معلومات قيّمة . سيظل يدور حول الشمس الى ما لا نهاية له . مع ان حياته « المفيدة » قد انصرمت بعد اجتيازه عطارد في ربيع عام ١٩٧٥ .

(٥) ــ يمكن القول عمليا ان السيار عطارد خال من الجو . وانه مثل القمر غير مضياف . في هذا الرسم . تختفي الشمس وراء كتلة من الحمم كوّنها

اما المسباران فنيرا ٩ و ١٠ اللذان ظلا في مدارهما خلال عملية الاستكشاف ، فقد اخذا صورا مفصّلة عن الغطاء الغيمي ، جاءت تكمل المعلومات التي كان مارينر ١٠ الامريكي قد ارسلها عام ١٩٧٤ . كان ارتفاع الغيوم الملتفة بشكل حلزوني حول السيار يبلغ ٦٥ كلم ، وكانت هناك غازات جوية تتحرك بسرعات متباينة وعلى ارتفاعات مختلفة . اما قريبا من السطح ، فكانت سرعة الريح بطيئة ، غير انها كانت تتزايد مع الارتفاع ، حتى كانت تبلغ على قمة الغيوم سرعة ٤٠٠ كلم في الساعة اي ٦٠ ضعفا سرعة دوران السيار .

ثوران بركاني حدث عليه منذ ملايين السنين ، وما تزال تتفكك بفعل التمددات والانقباضات المتعاقبة الناجمة عن التغير الكبير في درجات الحرارة اليومية . ترى الفوهات على السطح . اما النقطة اللامعة التي ترى الى اعلى اليمين ، فهي زوج الارض والقمر . النهارات والليالي على عطارد طويلة ، لأن السيار يدور ببطء على محوره ، وهو عالم كئيب لا حياة فيه .

عطارد : محطة مراقبة للشمس

يستغرق عطارد ، وهو اقرب سيار الى الشمس ، حوالى ٨٨ يوما ليكمل دورانه حولها على بعد معدّله ٥٨ مليون كيلومتر . قطره يقرب من نصف قطر الارض . وهو يدور ببطء على محوره في مدة ٥٨،٥ يوما . نتيجة لذلك ، تحرق الشمس سطحه في فترة ، ثم يتعرض بعدها لصقيع الفضاء الخارجي .

اكتشف مارينر ١٠ فيه عند مروره به عام ١٩٧٤ عالما شبيها بالقمر بفوهاته وجباله ووديانه ، الا انه ليس فيه جو ومجال مغنطيسي يستحقان الذكر .

الكويكبات : منارات في الفضاء

عطارد والزهرة هما السياران الوحيدان اللذان يدوران حول الشمس على مسافة اقصر من مسافة الارض . في ما وراء الارض ، يدور المريخ ، اقرب جار لنا ، ثم تأتي بعده المنطقة الرئيسية للكويكبات او النجيمات او السيارات الصغيرة (٥) . ومنها سيريس الذي يتراوح قطره بين ١٠٠٠ و ١٢٠٠ كلم . لكن اكثر الكويكبات اصغر منه بكثير . ثمة بعض الكويكبات تائهة بعيدا عن الحلقة الرئيسية ، منها ايكاروس مثلا الذي يقترب من الشمس الى بعد ٢٨ مليون كيلومتر ، بينما يبتعد هيدالغو عنها الى ما وراء زحل . قد تزور هذه المنطقة يوما ما مركبة فضائية قادمة من الارض .

استكشاف المشتري وزحل

لقد نقلت المركبات ذات الدفع الكيميائي أناساً الى القمر . لكن هل بامكانها ان تنقلهم الى المريخ ايضاً ؟ هذا أمر مشكوك فيه . لكنها بدون شك لا تصلح لنقلهم الى المشتري . فالمدار الانتقالي ما يزال اليوم وسيلتنا الوحيدة للقيام برحلة طويلة المدى . اذ انه يمكّن المسبار المرسل من استخدام جذب سيار للحصول على طاقة اضافية تسمح له ببلوغ السيار المستهدف .

لكن باستعمال هذه الطريقة تستغرق الرحلة الى جوار المشتري اكثر من سنتين . وهذا ما يجعل مثل هذه الرحلة غير عملية من الناحية التقنية . لذلك من اجل القيام برحلات طويلة الى السيارات الجبارة ، علينا

١



ان ننتظر ظهور المحركات الصاروخية النووية ·

المشتري وتوابعه

ليس للمشتري ، وهو اقرب السيارات العملاقة الى الارض ، سطح جامد ، بل هو محاط بمناطق من الاشعاع القوي مميتة لكل رائد فضاء يقترب منه · هناك ايضاً ما يجعل عملية الانزال على سطحه شبه مستحيلة ، وهو سرعة الافلات المرتفعة فيه التي تبلغ ٦٠,٢٢ كلم في الثانية · فالحل الوحيد اذن هو الهبوط على احد توابعه ·

سيكون غنيميد على الأرجح التابع المفضّل لهذا الغرض · فحجم هذا التابع حجم سيار عادي (فهو اكبر بقليل من عطارد مع انه لا يبلغ كثافته) ، وتبعد مسافته عن المشتري ١٠٠٠٠٠٠ كلم ، ومنه سيطل على المراقب مشهد ولا اروع ، اذ سيبدو السيار

(١) ـ اذا نُظر الى زحل من ريا ، تظهر أربعة من توابعه الداخلية ، ديون ، تيثيس ، انسلادوس وميماس · عندما تكون الشمس تحت الافق ، ينشر ضوء زحل الأصفر القوي توهجاً براقاً على سطح ريا · ريا هو التابع السادس من حيث بعده عن زحل ، وهو يدور على مسافة ٥٢٧٠٠٠ كلم من مركزه أي على بعد ٤٦٧٠٠٠ كلم عن سطحه · تستغرق دورة ريا حول زحل ٤ أيام و ١٢,٥ ساعة · هو أصغر من القمر بكثير ، ولا يُعرف شيء بدقة عن سطحه ، ما عدا أنه خال من الجو وأن درجة حرارته في غاية الانخفاض · كسائر التوابع الاخرى الداخلية (ما عدا تابعي زحل الأبعدين وهما يابيتوس وفوبه) ، يدور ريا في مستوي خط استواء زحل الذي هو ايضاً في مستوي الحلقات · لذلك تبدو الحلقات من ريا كخط دقيق من النور وتحتفظ دائماً بهذا الشكل · لا يستطيع المراقب مطلقاً مشاهدة فاصل كسّيني من ريا ·

(٢) ـ يبدو المشتري رائعاً ، عندما ينظر اليه من امالثيا ، فيشاهد عليه ظلاً يو وأوروبا ظاهرين بوضوح · امالثيا التابع المعروف رسمياً بالتابع رقم ٥ هو أقرب عضو في أسرة المشتري اليه ، ويقع على مسافة ١١٠٠٠٠ كلم بعيداً عنه ، ويدور على بعد ١٨١٠٠٠ كلم من مركزه · لا يتعدى قطره ٢٠٠ كلم ، وقد يكون شكله مشوّهاً بسبب قوة جذب السيار · ستكون الرحلات الى امالثيا محفوفة بالأخطار بسبب وقوعها داخل منطقة اشعاع المشتري ·

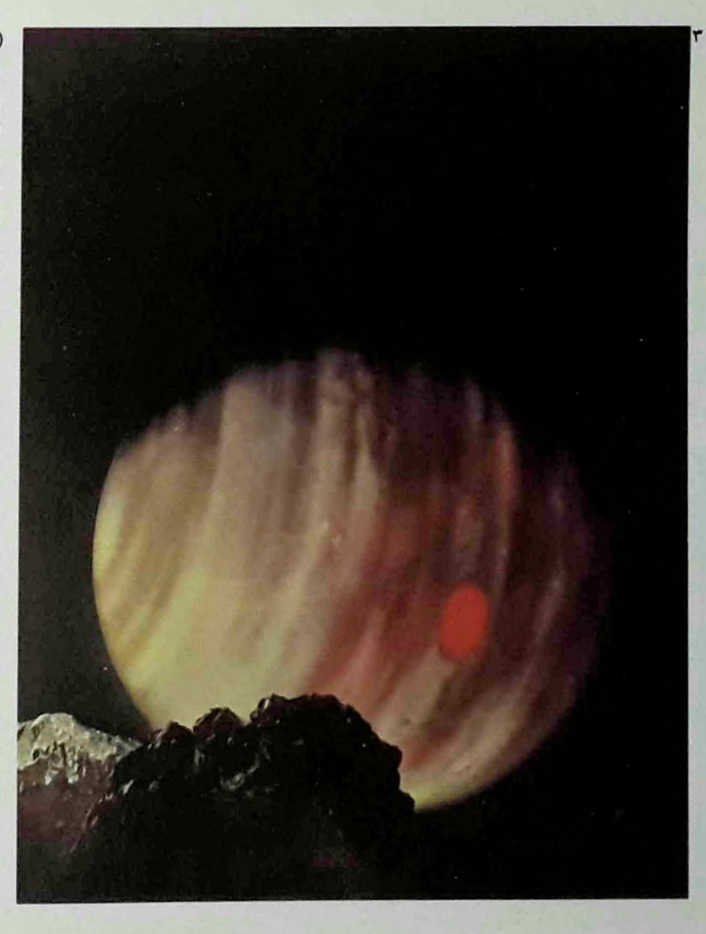
٢



العملاق وهو يدور بسرعة على نفسه متغيراً باستمرار . وتبرز أحزمته ومناطقه وبقعته الحمراء الكبيرة . كجميع التوابع الكبيرة . يتصف غنيميد بدوران متزامن . تستغرق دورته الكاملة حول المشتري اكثر من ٧،١٥ أيام ودورته المحورية وقتاً مماثلاً . بحيث يتجه دائماً نحو المشتري وجه واحد فقط من وجهيه .

يبدو ان اوروبا اصغر توابع المشتري واكثرها كثافة . فهو يكاد ان لا يكون له جوّ . وقد يكون مكسواً بالجليد . ولا بد ان يكون منظر المشتري من على سطحه مهيباً . يو (٣) هو أقرب التوابع الكبرى الى المشتري . وهو أصغر الاجرام المعروفة التي لها جوّ (لربما كان من الامونياك) . هناك أيضاً أمالثيا (٢) . وهو قمر قزم يدور حول المشتري على مسافة لا تتعدى ١٨١٠٠٠ كلم في مدة ١٢ ساعة . المُراقب من سطح أمالثيا

٣



(٣) - قد يبدو المشتري مهيمناً على السماء لناظر واقف على سطح يو . أحد توابعه الاربعة الكبيرة . وستظهر له بوضوح الاحزمة المظلمة والمناطق الساطعة والبقعة الحمراء الكبرى . يقع يو على مسافة ٤٢٢٠٠٠ كلم عن مركز المشتري . وهي مسافة أطول بقليل من المسافة بين القمر ومركز الارض . لكن مدة دوران يو لا تتعدى ٤٢،٥ ساعة . لأن جاذبية المشتري القوية تجعله يدور في مداره بسرعة فائقة . يتحرك يو في غلاف المشتري المغنطيسي ويؤثر بذلك في البث الاشعاعي من السيار . من الممكن ان تكون بعض أجزاء سطح يو مغطاة بالجليد . يو هو أقرب التوابع الكبرى الى المشتري وهو أصغر الأجرام المعروفة التي لها جو (لربما كان من الأمونياك) . لكن من المرجح أن يترك استكشاف المناطق قرب نظام حلقات المشتري . في بادىء الأمر على الأقل . الى مسابير اوتوماتيكية . ينجم الخطر عن الجسيمات المنبثة بين الحلقات .

يرى المشتري مائلاً ربع السماء . وتبدو له معالم سطحه تتغير بأبطأ مما لو شوهدت من غنيميد أو اوروبا . وذلك لأن مدة دوران أمالثيا أطول بساعتين فقط من مدة دوران المشتري ذاته .

من المغري حقاً ان نتصور مرصداً على سطح أمالثيا . لأنه سيكون مكاناً مثالياً لدراسة ما يجري على المشتري . لكن ذلك لن يكون ممكناً لسبب بسيط هو وجود



(٤) - من السهل رؤية زحل بالعين المجردة نجماً ساطعاً تحيط به النجوم من كل جانب . على الرغم من بعده . فهو أقرب بكثير من أي نجم . ويقع ضمن مدى المسابير الفضائية .

امالثيا داخل منطقة اشعاع المشتري . وهو ما يجعل خطرها شديداً .

مشكلات الوصول الى زحل

اذا تمت رحلات مأهولة الى المشتري خلال المائتي سنة المقبلة (وقد تتم قبل ذلك بكثير) . فلا بد ان تتلو تلك المرحلة محاولة بلوغ زحل . لكن المشكلة هنا مختلفة نوعاً ما . اذ ان المسافة اطول . وان كان هناك ما يعوّض عن البعد . وهو ان زحل في ما يبدو لا تحيط به الاحزمة المميتة التي تحيط بالمشتري .

روعة تيتان

من بين توابع زحل العديدة . تيتان هو اكثر اهمية واثارة من أي تابع للمشتري . فهو في الحقيقة ملهب للخيال . حجمه بحجم السيارات . يبعد عن زحل مسافة ١٢٠٠٠٠٠ كلم . قد يحتوي جوّه على غيوم . كثافته تفوق ١٠ أضعاف كثافة المريخ عند السطح . جو تيتان مكوّن . لسوء الحظ . في الدرجة الاولى من الميثان الذي لا يصلح للحياة كما هي معروفة على الارض . وفيه شيء من الهيدروجين .

اذا تم انشاء قاعدة على تيتان . فستكون شبيهة بقواعد المريخ من حيث الاكتفاء الذاتي . لن يكون فيها ايضاً أي أمل بالنجاة في حالات الطوارىء .

ستفوق مشاهدة زحل عن كثب روعة واهمية مشاهدة أي شيء آخر داخل النظام الشمسي . وستكون اختباراً فريداً من نوعه اذا قوبل بمختلف الاختبارات التي تكون البشرية قد مرّت بها حتى ذلك التاريخ .

استكشاف السيّارات النائية

في منتصف السبعينات . كان المشتري أبعد كوكب وصل اليه مسبار فضائي . ومن المتوقع أن يبلغ المسبار بايونير ١١ زحل في عام ١٩٧٩ . تُعد الآن مشاريع لارسال مركبات الى السيار العملاق التالي اورانوس الذي ترتدي معالمه طابعاً خاصاً من الأهمية . لكن الرحلة اليه ستستغرق وقتاً أطول بكثير من الرحلات السابقة ـ وهذا ما لا يمكن تقديره من مجرد نظرةعابرة الى خريطة النظام الشمسي ـ لأن أورانوس يقع على بعد ٢٧٢٠ مليون كلم من الأرض . فالمركبة الفضائية المنطلقة نحو أورانوس . عندما تجتاز مدار زحل . لا تكون قد قطعت سوى نصف الطريق بين الأرض وبين أورانوس .

١



من السابق لأوانه أن نتكهن بتاريخ أول رحلة بشرية الى أورانوس. ستحتاج هذه المغامرة الى مركبات أكثر تعقيداً بكثير من المركبات المصممة حالياً. وحتى لو تم ذلك، فقد يظل الهبوط على سطح السيار مستحيلاً. ذلك ان لأورانوس، كما للمشتري وزحل، سطح غازيّ، مع ان تركيب هذا السيار يختلف عن تركيبهما في تفاصيل مهمة متنوعة. ليس لدينا الآن ما يدلّ على وجود مناطق اشعاع خطرة حول زحل كمناطق المشتري. مع أن أقرب التوابع الخمسة الى الكوكب هو ميراندا - لا يبعد عنه الا مسافة ١٣٠٠٠٠ كلم - فمن المرجح أن يتم أول انزال على واحد من أكبر التوابع، كأرييل مثلاً (١).

نبتون وتريتون

يقع نبتون وراء اورانوس. هنا أيضاً

(١) - يُرى أورانوس هنا من على سطح تابعه أرييل في هذا الرسم التخيلي الفني. المسبار الموجه الى أورانوس من الأرض يطلَق أولاً الى جوار المشتري. عندئذ تستعمل جاذبية المشتري القوية لاجتذاب المسبار ثم لتسريعه نحو أورانوس. من الواضح أن طبيعة أورانوس الغازية تحول دون أي انزال على سطحه. لكن من الممكن انزال مسبار على أحد توابعه الخمسة. أقرب هذه التوابع الى أورانوس هو ميراندا. لكن هذا التابع صغير جداً. يأتي بعده أرييل الذي يدور حول أورانوس على بعد ١٩٢٠٠٠ كلم من مركز السيار في مدة يومين و ١٢ ساعة و ٢٩ دقيقة. لا نعلم شيئاً عن سطح أرييل. ولكن يبدو أن حجمه أصغر بكثير من حجم القمر. فقطره يبلغ حوالى ١٥٠٠ كلم. يدور أرييل، كسائر التوابع الأخرى، في مستوي خطّ استواء أورانوس. في هذا المشهد يُرى أورانوس كهلال. لكن قرنيه يمتدان من ناحية من خط الاستواء الى الناحية الأخرى. وبسبب انحناء محور دورانه غير العادي (٩٨°)، سيواجه أحد قطبيه الشمس في عام ١٩٨٥ (بحيث يكون هناك «نهار قطبي» يدوم ٢١ سنة أرضية). حينئذ سيبدو أورانوس من أرييل أو من أي تابع آخر كنصف قرص. وستظهر تفاصيل السطح المتغيرة: سيبدو قرص أورانوس الأخضر الباهت أقل نشاطاً بكثير من المشتري أو من زحل، وأقل متعة للنظر.

---

(٢) - يدخل بلوتو أحياناً في مدار نبتون نتيجة لمداره المتغير المركز نسبياً. ومن المنتظر أن يمر في حضيضه الشمسي المقبل عام ١٩٨٩. خلال بضع سنوات قبل هذا التاريخ وبعده، لن يبقى بلوتو أبعد سيار معروف في النظام الشمسي. أما في مرحلة الأوج، فهو بالعكس يبتعد الى أكثر من ٧٣٠٠ مليون كلم عن الشمس. قدرت درجة الحرارة على سطح هذا السيار بحوالى -٢٣٠°، ولم يكتشف عليه حتى الآن ما يشير الى

٢



وجود جوّ له. ويتألف سطحه من الميثان المجلد. من الممكن أن يكون تركيبه أشبه بتركيب أقمار السيارات الخارجية منه بتركيب السيارات ذاتها.

تصبح المسافات شاسعة . فنبتون يبعد مرة ونصف المرة عن الأرض بعد أورانوس عنها (٣) . لكن هناك على الأقل تابع واحد لنبتون يفتح مجالاً للأمل . هو تريتون الذي هو أكبر من أي من توابع أورانوس . ومن الممكن أن يكون له جوّ كجوّ تيتان (أكبر توابع زحل) . وان لم يقم الدليل على ذلك حتى الآن . تريتون هو الوحيد بين التوابع الكبرى الذي يدور حول كوكبه الرئيسي باتجاه تراجعيّ . لنبتون مدة دوران محوري تبلغ ١٥ ساعة و ٤٨ دقيقة . بينما لا تبلغ مدة دوران تريتون حوله الا ٥ أيام و ٢١ ساعة . بما أن هاتين الحركتين متعاكستان . يرى الناظر من تريتون سطح نبتون تتعاقب معالمه بسرعة فائقة تجعل منظر السيار فاتنا .

إذا كان لا بد من اقامة مركز مراقبة في هذه المناطق المقفرة من النظام الشمسي . فمن المرجح ان يكون على سطح تريتون . أذ ان

(٣) . لنبتون . خلافاً لأورانوس . انحناء محوري طبيعي يبلغ ٢٩° وهو ما يزيد بأقل من ٦ عن انحناء محور الأرض . من الصعب تبين التفاصيل على قرص نبتون المائل لونه الى الزرقة . لكن يبدو أن ثمة أوجه شبه بينه وبين أورانوس . يعطينا الرسم مشهداً له كما يظهر لمراقب له من نرايد وهو أصغر تابعي نبتون . ومتغير المركز . ويمكن أن يقترب من السيار الى مسافة دون ١٤٠٠٠٠٠ كلم . كما يبدو في الرسم . تستغرق دورة نرايد حول نبتون سنة أرضية تقريباً .

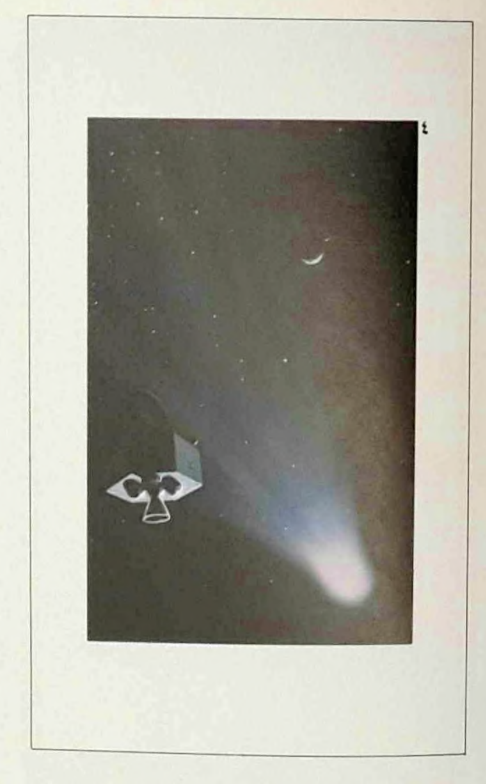
٣

(٤) . بوسع المذنبات المتجولة التائهة في النظام الشمسي أن تخترق الفضاء الى ما وراء بلوتو . وهو أبعد السيارات المعروفة . نرى هنا مسبار يقترب من مذنب في رحلته . تظهر الأرض مع القمر في أعلى اليمين . بعكس السيارات . ليس المذنب جسماً صلباً مصمتاً . بل هو مؤلف من

نيرايد . التابع الآخر لنبتون . صغير للغاية . قطره لا يتعدى ٣٠٠ كلم . كما أن مداره المتغير المركز لا يؤهله لأن يكون قاعدة صالحة للمراقبة ・ وحتى من على سطح تريتون . قد لا تبدو الكواكب الأخرى على أحسن وجه ・

السيار الأقصى

نعرف القليل عن بلوتو (٢) . أبعد



جسيمات صغيرة نسبياً لأكثرها طبيعة جليدية ممزوجة بغازات في غاية الرقة ・ لذلك ليس ما يمنع أن يخترقها مسبار ・ الذيل رقيق بصورة خاصة . بحيث أنه بالامكان من خلاله رؤية النجوم الموجودة وراءه ・

السيارات ・ انه أصغر بقليل من تريتون . وسطحه مكون من ميثان مجلد . مما يؤيد النظريات الشائعة لتفسير أصل النظام الشمسي وسياق تكون السيارات ・ عند الحضيض الشمسي . أي عند أقرب نقطة الى الشمس . يدخل بلوتو في مدار نبتون . وعبوره المقبل في الحضيض متوقع عام ١٩٨٩ ・ أما عندما يدخل في الأوج . فأنه يبتعد عن الشمس مسافة ٧ مليارات كلم ・

المعلومات التي سيرسلها مسبار فضائي يطلق في المستقبل نحو هذا السيار سوف تكون ذات فائدة كبيرة ・ ما تزال كتلة بلوتو غير معروفة بدقة . لكن التأثير الذي ستحدثه في هذا المسبار سيمكّن العلماء من حساب قيمتها ・ اذا ما حط رواد فضاء يوماً هناك . فسيجدون أن الشمس لا تبدو أضخم من المشتري كما يُرى من الأرض . مع انهم سيستضيئون ببعض النور الذي تلقيه على سطح بلوتو الكئيب ・

سيكون الاتصال من بلوتو بالأرض بطيئاً . فالموجة الاشعاعية ستستغرق مدة ٥ ساعات تقريباً لعبور المسافة بين السيارين . بحيث اذا بعثنا برسالة من الأرض . علينا ان ننتظر ١٠ ساعات قبل الحصول على جواب ・

استكشاف المذنبات

بالرغم من ان بلوتو هو أبعد السيارات عنا . فقد تُتاح لنا فرص لدراسة موادَ تأتينا من مناطق أبعد منه في النظام الشمسي (٤). فهناك المذنبات . وهي أجسام شبه طيفية غير متماسكة ولأكثرها مدارات متغيرة المركز ・ فقد بات من الممكن ارسال مسبار عبر أحد المذنبات بعد ان ينطلق من المنطقة الواقعة وراء مداري نبتون وبلوتو ・

ماوراء مملكة الشمس

يتقدم استكشاف النظام الشمسي بخطى ثابتة . اذا استمر هذا التقدم . فقد تبلغ المسابير المنطلقة من الأرض جميع السيارات في غضون السنوات الخمسين القادمة . وربما قبل ذلك . في تلك الاثناء . تكون سفن فضائية مأهولة قد أرسلت الى عوالم كالمريخ . بيئتها ليست شديدة المناوأة للحياة . وتقع على مسافة معقولة من الأرض . ولئن تم للانسان أن ينتهي يوماً من استكشاف نظامه الشمسي . فلن يكون ذلك الا بداية رحلات جديدة لاستكشاف رحاب الكون الأخرى .

معضلات السفر بين النجوم

النظام الشمسي جزء صغير من الكون .

١



فاذا مثلنا المسافة بين الأرض والشمس بخط طوله ٢,٥ سم . تكون أقرب النجوم الينا على بعد ٧ كلم . المسافات النجمية بعيدة الى حد أنها لم تصبح بعد في متناول التقنات البشرية . لقد أطلق المسباران . بايونير ١٠ . فمر بالمشتري عام ١٩٧٣ . وبايونير ١١ فمر به بعد سنة تقريباً . لكننا نعلم علم اليقين مع ذلك أن أياً منهما لن يبلغ نجماً واحداً قبل آلاف السنين . ولن يرسل منه اشارات الى الأرض

حتى لو سار مسبار بسرعة الضوء . فرحلته قد تستغرق حوالى ٤ سنوات قبل بلوغ نجم الظلمان القريب (بروكسيما) . وهو أقرب نجم الينا من النجوم الشبيهة بالشمس من حيث أن لهامثلها كواكب سيارة تدور حولها . لكن . وفقاً لنظرية النسبية - التي اجتازت حتى الآن كل التجارب بنجاح - يستحيل على أي جسم مادي أن

(١) - يمكن الوصول الى القمر من الأرض خلال أيام قليلة . كما يمكن ارسال صاروخ الى المريخ أو الى الزهرة خلال بضعة أشهر . غير أن الرحلات الى النجوم تبدو بشكل مختلف كل الاختلاف وتثير عدة مشكلات . فالمسافات هنا تبلغ ملايين الملايين من الكيلو مترات . والضوء ذاته . الذي ينتقل بسرعة ٣٠٠٠٠٠ كلم في الثانية . يستغرق أكثر من ٤ سنوات ليصل الينا من أقرب نجم . فلا أمل اذن للصواريخ التي تعمل بطاقة كيميائية من النوع المستعمل اليوم في الوصول الى أي من النجوم . جرت في الولايات المتحدة عدة بحوث حول امكان بناء ما يسمى بالصاروخ الفوتوني . الذي تحل فيه محل الغازات حزم من الفوتونات . أي حزم ضوئية . ستكون قوة الدفع الناجمة عن ذلك ضعيفة ولا شك . لكنها تستطيع الاستمرار الى ما لا حد له . بحيث يصبح تسارع المركبة في خلال بضع سنوات قريباً من سرعة الضوء . (وفاقاً لنظرية النسبية . ليس بامكان أي جسم مادي أن يصل تماماً الى سرعة الضوء . لأن كتلة هذا الجسم يجب أن تصبح عندئذ لا متناهية) . مبدئياً . يمكن تشبيه صاروخ فوتوني بمشعل كهربائي هائل يُدفع الى الأمام بواسطة الضوء ذاته المنبعث منه . يرى هنا أحد التصاميم الممكنة لهذا الصاروخ . يجب أن يزيد طوله عن ٩,٥ كلم وان يسيّره

(٢) - في عنقود النجوم هذا

٢

طاقم مؤلف من ٣٠٠ الى ٥٠٠ شخص . في خلفية الرسم ترى مجرتنا . وفي المستطيل الى أسفل اليمين . تبدو المجرة متجهة جانبيا بالنسبة الى موقع النظام الشمسي المشار اليه بدائرة حمراء . يتطلب المسبار . حتى لو كان بسرعة الضوء . ١٠٠٠٠٠ سنة لاختراق المجرة من طرف الى اخر .

من برج الميزان . الذي صوّره عاكس بالومار (قطره ٥٠٨سم) يجب اعتبار كل نجم كناية عن شمس قائمة بذاتها . قد يكون لكل من هذه الشموس أسرة سيارات . لكن ليس ثمة أي برهان بصري على ذلك . فليس من مرقب بني أو صمم حتى الآن يمكنه أن يرينا . خارج نظامنا الشمسي . أي سيار لأي نجم من النجوم .

يسير بسرعة الضوء · مهما يكن من أمر . فأية سفينة فضائية تصمم على أساس معلوماتنا التقنية الحاضرة سوف تكون بطيئة للغاية بالنسبة الى هذا المقياس ·

من هنا . يبدو واضحاً أن الاسفار الى النظم النجمية الأخرى تستلزم تقنات خاصة ما زالت مجهولة اليوم . تقنات تكون متقدمة على معلومات عصرنا بقدر تقدم تلفزيون اليوم على عصر يوليوس قيصر · طُرحت عدة اقتراحات في هذا الصدد على بساط البحث . منها ما جاءت به الروايات العلمية التخيلية . كأرسال سفينة فضائية يتعاقب على قيادتها جيلاً بعد جيل رواد يعيشون ويتوالدون ويموتون على متنها حتى بلوغ هدف الرحلة ·

كل ما يمكن قوله الآن هو أننا لا نعرف بعد أي طريقة تمكّننا من السفر الى النجوم · غير أن تقدماً فجائياً قد يحدث . كما أنه من



٣

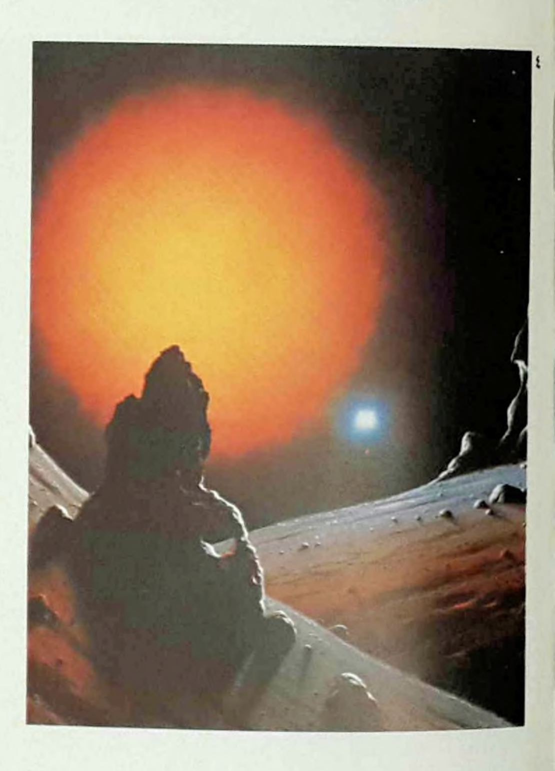
(٣) - يقع هذا السيار القاحل الميت في اطراف نظام سيارات افتراضي . وهو بمثابة بلوتو هذا النظام · لقد انفجر النجم الأوسط . وهو نظام ثنائي . متحولاً الى نجم متجدد . فأحدث توقداً هائلاً . وإن موقتا . فاحترق من جرّائه سطح السيار بفعل الاشعاع الهائل . وتبخر ماؤه . وتبدد جوّه بحيث لم يعد بالامكان أن يبقى فيه أي حي على قيد الحياة . والسيارات الداخلية للنظام تحطمت كليّاً · أما سماؤه . فقد اكتسبت مظهراً شبيهاً بالفجر . أحدثه غلاف من الغازات التي أطلقها النجم عندما تمددت طبقته الخارجية · بعد الانفجار . يبقى السيار بارداً وقاحلاً . يتابع دورانه حول ما كان في السابق شمسه الرائعة ·

(٤) - زيتا ممسك الأعنّة نظام ثنائي مؤلف من عملاق أحمر مفرط الضخامة ونجم أبيض أصغر منه بكثير على وشك الكسوف · العملاق الأحمر نجم هرم غادر السلسلة

الممكن تصور كائنات من سيارات أخرى تزور أرضنا ، قبل أن نكون قد تقدمنا تقدماً يسمح لنا بزيارة « أرضها » .

اكتشاف سيارات جديدة

لكن ماذا عن توقع العثور على سيارات تدور حول نحوم أخرى ؟ الشمس ، في نظر علم الفلك ، قزم عادي من طراز **ج** . وليس ما يبرر اعتبارها جرماً فريداً من نوعه . فضلاً



٤ الرئيسية وانتفخ الى درجة أن قطره أصبح يفوق مدار الأرض حول الشمس . عندما أصبح متوقداً ، رفع درجة حرارة سياراته الى حد لا يطاق . مما أدى الى فناء سياراته الداخلية . في نظام كهذا ، ليس من أمل بالعثور على الحياة . في الرسم منظر لسيار افتراضي .

عن ذلك ، لما كانت الأقزام من طراز **ج** واسعة الانتشار في مجرتنا ، فليس مستبعداً أن تكون أنظمة الكواكب السيارة متوافرة فيها . أما أنواع النجوم الأخرى ، فهي لا تفسح لنا مجالاً واسعاً للأمل . فالعملاق الأحمر مثلاً ، الذي يكون قد غادر السلسلة الأساسية وانتفخ الى أضعاف حجمه الأول ، لا بد أن يكون قد أبتلع جميع السيارات التي ربما كانت تدور يوماً في فلكه (**٤**) . كما أن النجم الضخم والحار ، الأبيض أو الأزرق ، الذي يكون قد اجتاز المرحلة الأولى من تطوره بسرعة فائقة ، يكون قد حال بذلك دون تكوّن سيّارات شبيهة بالأرض حوله .

أما النجوم الحمراء الباهتة ، فهي من الضعف بحيث لم يتيسر لها قط الدخول في السلسلة الرئيسيّة ، وهي آخذة الآن بالانطفاء . من هذا النوع الأخير ، نجم برنارد ، الذي يتعدى قليلاً بعدُه عن الأرض خمس سنوات ضوئية ، والذي ، لأنه « يترنّح » قليلاً أثناء سيره في الفضاء ، حمل البعض على الاعتقاد بأن ثمة سياراً أو سيارات تدور حوله فتدفعه خارج موقعه .

بيئة غريبة

بناء على المعايير الأرضية ، لا بد لأي سيار يدور حول نجم كنجم برنارد أن يكون عالماً كئيباً . فمصدر نوره الوحيد يكون شمساً حمراء باهتة ، ويكون بالتالي كوكباً بارداً . كما أن أي نوع من الحياة عليه لا مفرّ له من التصارع مع بيئة لا يمكن للانسان ان يعيش فيها . مع ذلك ، ليس من الحكمة التأكيد منذ الآن ان مثل هذه السيارات غير صالحة للاستعمار .

عوالم أخرى

نمت الحياة على الارض وفاقاً للنماذج التي نعرفها لها . لأن الظروف فيها كانت ملائمة لهذه النماذج · فلو كانت الارض أصغر مما هي عليه أو أبرد أو أقل تماسكاً . لكانت الحياة قد اتخذت عليها اشكالاً مختلفة ؛ ولو كانت الظروف غير مؤاتية اطلاقاً . لما كانت اجسام حية قد ظهرت على الأرض أبداً . الحياة . حيثما توجد . تكون منسجمة مع بيئتها · فلو كان نجم شبيه بالشمس في نقطة أخرى من الفضاء . يرافقه سيار له حجم الارض وكتلتها ويدور حوله كذلك على بعد ١٥٠ مليون كلم . فمن المعقول توقع وجود حياة عليه كالحياة الأرضية · في عام ١٩٧٢ . أطلق بايونير ١٠ لسبر ما وراء النظام

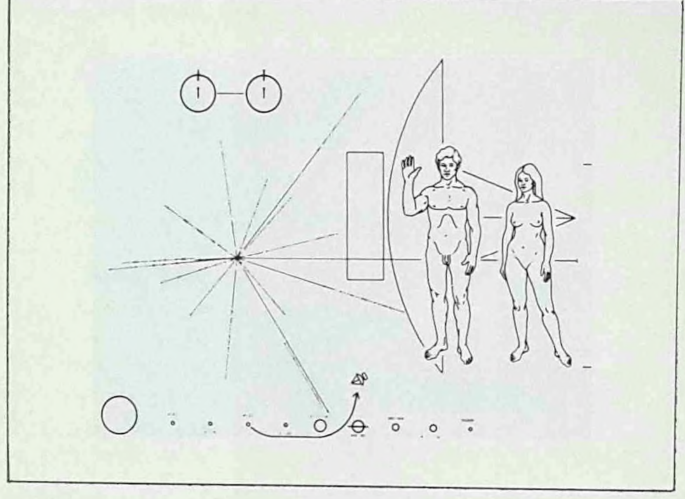
١



الشمسي . وهو مزود بصفيحة (٢) للاتصال بأي شكل من اشكال الحياة العاقلة التي قد يصادفها ٠

أشكال حياة غريبة ؟

يجب ان لا نتوقع ان تكون جميع اشكال الحياة في الكون مطابقة لنمط الحياة الارضية ٠ فليس ما يمنعنا . نظرياً . من تصوّر فلكي مثلًا له ست ارجل ورأسان ٠ لكن اذا كان تكوينه العضوي . مع ذلك . يشبه التكوين البشري . فلا يجوز اعتباره . على الرغم من مظهره المختلف . واحداً من تلك الكائنات التي يسميها الروائيون مسوخا ٠ فهذا الوصف يجب ان يقتصر على الكائنات التي تكون في غاية الغرابة . تتنشق الميثان الصرف مثلا . وتعيش في بيئة تبلغ حرارتها ـ ١٥٠° أو ما دون ٠ لا يمكن الجزم بعدم وجود حياة خارج أرضنا . بل كل ما يمكن عمله هو أن



٢

(١) ـ من الممكن . حسب التحقيقات الأخيرة . أن يكون لنجم الظلمان « القريب » (بروكسيما) . وهو أقرب نجم الى الأرض . سيار يدور حوله . لذلك يرتكز هذا الرسم لسطحه على شيء يتعدى الخيال الصرف ٠ نجم الظلمان القريب نجم أحمر قزم باهت لم يلتحق قط بالسلسلة الرئيسية ولم يمر بمرحلة العملقة ٠ وهو لا ينشر على توابعه من الضوء بقدر ما تنشر الشمس على توابعها ٠ يفترض ان يكون للسيار . الذي يظن أنه يدور حوله . مدة دوران تستغرق من ١٠ سنوات الى ١٢ سنة ٠ ليست حافة بروكسيما الخارجية محددة بوضوح . كطنف شمسنا . بل هي منتشرة . لأن كثافة الطبقات الخارجية فيه ضئيلة ٠ يظن أيضاً ان للسيار جوا رقيقا ٠ ولما كان بروكسيما نجما متغيراً . فلا بد أن يكون مناخ سياره الداخلي غير مستقر ومنظره كئيباً جداً . ولا ينتظر أن توجد عليه حياة ٠ أما الماء الذي يظهر في الرسم بشكل بحيرة تتألق فيها بلورات جليدية . فمن الممكن أن تكون موجودة على سطحه ٠ تمثل الدائرة السوداء تابعاً مفترضا له . كما يمكن أن يظهر بشكل ظل على قرص بروكسيما الأحمر ٠ يرى في السماء شكل **W** . وهو الشكل المألوف لكوكبة ذات الكرسي التي جميع نجومها بعيدة وتشاهد بالتالي من بروكسيما تماماً كما تري من الأرض ٠ الى يسار « **W** » نجم اخر . هو شمسنا التي يمكن ان ترى بسهولة بالعين المجردة ٠

---

(٢) ـ هذه الصفيحة . حملها بايونير ١٠ الذي أطلق عام ١٩٧٢ وهي أول مركبة تغادر النظام الشمسي ٠ تمثل الخطوط الشعاعية ١٤ بلسارا . وتعطي الرموز الثنائية تواتر بثها بالنسبة الى مقياس عالمي ثابت هو تواتر بث ذرة الهيدروجين (الى أعلى اليسار) ٠ التناقض المنتظم لتواترات البلسارات سيعطي الوقت الذي انقضى منذ الاطلاق ٠ يظهر في الرسم موقع الأرض في النظام الشمسي مع مسار بايونير (الى الأسفل) . كذلك يظهر الذكر والأنثى ممثلين بالنسبة الى حجم بايونير ٠

ندرس الوقائع المتوفرة لدينا . ثم أن نقوم بتفسيرها التفسير الاقرب الى العقل ·

من المفروض أن تنشأ . مبدئياً . على سيار من نوع الأرض . حياة من نوع الحياة الأرضية . شبيهة اساسيا بحياتنا ومعرضة بدون شك لمواطن الضعف ذاتها · لو اخذنا دلتا الطاووس . مثلا . التي تبعد عنا مسافة ١٩ سنة ضوئية . فهي شبيهة بالشمس بشكل مدهش . لكننا نجهل ما اذا كان لها نظام من السيارات · ليس ما يحول دون وجود سيار شبيه بالأرض يلازمها . واذا وجد . يصبح من المعقول أن يكون سكان ذلك السيار . في هذا الوقت بالذات . يتساءلون عن امكانية وجود كائنات عاقلة على سيار يدور حول نجم أصفر اللون ومن القدر الرابع موجود في سمائهم · اذا كان هذا السيار الافتراضي واقعاً على بعد من دلتا الطاووس يفوق بعد الارض عن الشمس . فلا بد أن يحدث الطقس البارد فيه



٣ (٣) - من الممكن أن يكون مرقب راديوي . من النوع المرسوم هنا . موجوداً على سيار أخر من مجرتنا بعيد جداً . يستعمل لارسال رموز بشكل رياضي · النجمة الأم (في الأسفل الى اليسار) شبيهة بشمسنا والسيار ذاته شبيه بأرضنا . وهذا يعني ان أيا من أشكال الحياة الموجودة هناك يمكن أن يكون شبيها بالاشكال الموجودة الآن على الأرض · على مقربة من ذلك . يرى أيضاً تابع ضخم · أما المرقب الراديوي . فهو مبني وفاقاً للمبادىء ذاتها في معهد ماساتشوستش التكنولوجي ·

(٤) - يمكن أن يتم الاتصال بحضارات غريبة عن الأرض بواسطة الرياضيات . وهي نظام اكتشفه الانسان أكثر مما اخترعه · من الطرائق المقترحة بث اشارات على نوعين (نقط وخطوط) . فترسل ٢٠٩ اشارات بشكل صفر و ١٠ بامكان ملتقط الاشارات أن يترجم الصفور الى مربعات سوداء والآحاد الى

أشكال حياة فيه تكون أشبه ما تكون بأشكال الحياة في مناطقنا القطبية ؛ أما اذا كان واقعاً على مسافة أقرب الى الشمس ، فيعقل ان يكون نمط الحياة عليه قريبا من النمط الاستوائي الأرضي ، مما لا ريب فيه ان هذا لا يتعدى نطاق التكهنات . لأن أحداً لا يعلم ما اذا كان السيار القادر على استيعاب الحياة قادراً أيضا على انتاجها ، ولكن ليس ما يمنع أن يكون ذلك ممكنا أيضاً .

٤



مربعات بيضاء . (أو العكس بالعكس) . لما كان للرقم ٢٠٩ عاملان فقط . هما ١١ و ١٩ اصبح على ملتقط الاشارات أن يختار بين قسمتها الى ١١ مجموعة من ١٩ أو ١٩ مجموعة من ١١ ، يعطي الخيار الثاني الصورة الصحيحة المفهومة ، صورة انسان . كما يبدو ذلك في الرسم .

تطلعات مختلفة :

كثير من نجوم المجرة ينتمي الى أنظمة ثنائية . ومما يفتن الألباب تصور سيار تنيره شمسان . قد تكونان من لونين مختلفين . أحداهما صفراء والأخرى زرقاء . فتحدثان معا اثراً لونيا غريباً ورائعاً ، هناك أيضاً نجوم متغيِّرة . بعضها منتظم تماماً وبعضها الآخر عنيف الانفجار ، من الصعب تصور نحم متغير يلازمه سيار عليه حياة . لأن التقلبات القصوى في المناخ غير مؤاتية للحياة ، مهما يكن من أمر . فأكثر النجوم المتغيرة متقدمة في تطورها بحيث أن الحياة على اي من سياراتها الباقية لا بد أن تكون قد تلاشت منذ زمن سحيق .

الاتصالات بين النجوم

في عام ١٩٦٠ ، دشَّن علماء الاتصال الراديوي الفلكي في غرين بنك . وست فرجينيا . برنامجا طموحا عرف رسميا باسم مشروع أوزما ، فقد ركزوا . بواسطة معدات قوية . على أقرب نجمين شديدي الشبه بالشمس . لكنهما أصغر منها . ويبعدان أكثر من ١٠ سنوات ضوئية . هما تاو الحوت وابسيلون النهر ، اختيرت موجة طولها ٢١،١ سم ، لأنها تطابق موجات اشعاعات غيوم الهيدروجين الباردة المنتشرة في المجرة ، لا بد أن يكون فلكيون آخرون ، حيثما وجدوا . قد خصوا هذا الطول الموجي بانتباههم ، لعل سنة ١٩٨٠ هي أقرب تاريخ ينتظر فيه ورود اشارات من عالم آخر الى الأرض ، لكن قد تنقضي سنوات عديدة قبل أن يتم أول اتصال .

النظام الشمسي

اسم الكوكب	بعده عن الشمس (بملايين الكيلومترات)	قطره (بالكيلومترات)	كتلته (بالكتل الارضية)	مدة دورانه المحوري
عُطارد	٥٨	٤٨٨٠	٠,٠٥	٥٨,٧ يوما
الزُهرة	١٠٨,١٩	١٢١٠٠	٠,٨٢	٢٤٣ يوما
الأرض	١٤٩,٥٩	١٢٧٥٦	١,٠٠	٢٣ ساعة و ٥٦ دقيقة و ٤ ثوان
المرّيخ	٢٢٧,٩٤	٦٧٩٠	٠,١١	٢٤ ساعة و ٣٧ دقيقة و ٢٣ ثانية
المشتري	٧٧٨,٣٨	١٤٢٨٠٠	٣١٧,٩	٩ ساعات و ٥١ دقيقة
زُحل	١٤٢٧	١٢٠٠٠٠	٩٥,٢	١٠ ساعات و ١٤ دقيقة
أورانوس	٢٨٦٩	٥١٨٠٠	١٤,٦	١٠ ساعات و ٤٨ دقيقة
نبتون	٤٤٩٦	٤٩٨٠٠	١٧,٢	١٥ ساعة و ٤٨ دقيقة
بلوتو	٥٩٠٠	٥٩٩٨	٠,٠٨	٦,٣٩ أيام
القمر (بعده عن الارض)	٣٨٤٠٠٠	٣٤٧٧	٠,٠١٢	٢٧,٣٠ يوما
الشمس	-	١٣٩٢٣٠٠	٣٣٣٠٠٠	٢٥,٤ (عند خط الاستواء)

أشدّ النجوم لمعاناً

الاسم	القدر الظاهر	القدر المطلق	البُعد (بالسنوات الضوئية)
الشعرى اليمانية	١,٥ -	١,٤ +	٨,٧
سهيل	٠,٧١ -	٥,٥ -	٣٠٠
ألفا الظلمان	٠,٢٧ -	٤,٦ +	٤,٣
السماك الرامح	٠,٠٦ +	٠,٣ -	٣٦
النسر الواقع	٠,٠٣	٠,٣ +	٢٦
العيوق	٠,٠٩	٠,١ +	٤٥
الرِجْل	٠,١٥	٨,٢ -	٨٥٠
الشعرى الشامية	٠,٣٤	٢,٨ +	١١
آخر النهر	٠,٤٩	١,٣ -	٧٥
منكب الجوزاء	متغيّر	متغيّر	٦٥٠
الطير	٠,٧٥	٢,١ +	١٦

مدة دورانه الفلكي	عدد توابعه
٨٨ يوما	٠
٢٢٤,٧٠ يوما	٠
٣٦٥,٢٥ يوما	١
٦٨٦,٩٦ يوما	٢
١١,٨٦ سنة	١٣
٢٤,٤٦ سنة	١٠
٨٤ سنة	٥
١٦٤,٨ سنة	٢
٢٤٧,٧ سنة	٠
-	-
٢٢٥ مليون سنة حول نواة المجرَة	٩

دائرة البروج

الإسم	الرمز	المدّة
الحمل	♈	٢١ مارس ـ ٢٠ ابريل
الثور	♉	٢١ ابريل ـ ٢١ مايو
التوأمان	♊	٢٢ مايو ـ ٢١ يونيو
السرطان	♋	٢٢ يونيو ـ ٢٣ يوليو
الاسد	♌	٢٤ يوليو ـ ٢٣ اغسطس
العذراء	♍	٢٤ اغسطس ـ ٢٣ سبتمبر
الميزان	♎	٢٤ سبتمبر ـ ٢٣ اكتوبر
العقرب	♏	٢٤ اكتوبر ـ ٢٢ نوفمبر
الرامي او القوس	♐	٢٣ نوفمبر ـ ٢١ ديسمبر
الجدي	♑	٢٢ ديسمبر ـ ٢٠ يناير
الدلو	♒	٢١ يناير ـ ١٩ فبراير
الحوت	♓	٢٠ فبراير ـ ٢٠ مارس

اقرب النجوم

الاسم	القدر الظاهر	القدر المطلق	البعد (بالسنوات الضوئية)
بروكسيما الظلمان	١٠,٧	١٥,١	٤,٣
ألفا الظلمان	٠,٠	٤,٤	٤,٣
نجم برنارد	٩,٥	١٣,٢	٦
الذنب ٣٥٩	١٣,٥	١٦,٥	٨,١
لالاند ٢١١٨٥	٧,٥	١٠,٥	٨,٢
لويتن ٧٢٦ ـ ٨	١٢,٤١	١٥,٤	٨,٧
الشعرى اليمانية	-١,٥	١,٤	٨,٧
روس ١٥٤	١٠,٦	١٣,٣	٩,٣
روس ٢٤٨	١٢,٢	١٤,٧	١٠,٣
إبسيلون النهر	٣,٧	٦,١	١٠,٨
روس ١٢٨	١١,١	١٣,٥	١١,١
لايتن ٧٨٩ ـ ٦	١٢,٢	١٤,٦	١١,١

أهمّ الرحلات الفضائية

اسم المركبة الفضائية	تاريخ اطلاقها	قيادتها	منجزاتها
سبوتنيك ١ (سوفييتي)	٤ اكتوبر ١٩٥٧	غير مأهول	اول تابع اصطناعي يطلق في الفضاء .
سبوتنيك ٢ (سوفييتي)	٣ نوفمبر ١٩٥٧	غير مأهول	اول تابع فيه حيوان (الكلب لايكا) .
اكسبلورر ١ (امريكي)	٣١ يناير ١٩٥٨	غير مأهول	اول تابع امريكي
لونا ١ (سوفييتي)	٢ يناير ١٩٥٩	غير مأهول	اول مركبة فضائية تنعتق من جاذبية الأرض .
لونا ٢ (سوفييتي)	١٣ سبتمبر ١٩٥٩	غير مأهول	اول مركبة فضائية تحط على القمر .
لونا ٣ (سوفييتي)	٤ اكتوبر ١٩٥٩	غير مأهول	اول مركبة فضائية تدور حول القمر وتصوّر وجهه المخفي .
بايونير ٥ (امريكي)	١١ مارس ١٩٦٠	غير مأهول	اول مسبار فضائي . يدرس مجال الشمس المغنطيسي .
تيروس (امريكي)	١ أبريل ١٩٦٠	غير مأهول	أول تابع لدراسة الطقس .
فوستوك ١ (سوفييتي)	١٢ ابريل ١٩٦١	مأهول	اول مركبة فضائية تحمل بشراً وتدور حول الأرض (يوري غاغارين) .
مركوري - ريدستون ٣ (امريكي)	٥ مايو ١٩٦١	مأهول	اول مركبة فضائية امريكية تحمل بشرا (ألن شيبرد) .
مركوري - اطلس ٦ (امريكي)	٢٠ فبراير ١٩٦٢	مأهول	اول مركبة فضائية امريكية مأهولة تدور حول الارض (جون جلنّ)
تلستار (امريكي)	١٠ يوليو ١٩٦٢	غير مأهول	اول مرحّل تلفزيوني عبر المحيط الاطلسي .

أهمّ الرحلات الفضائية

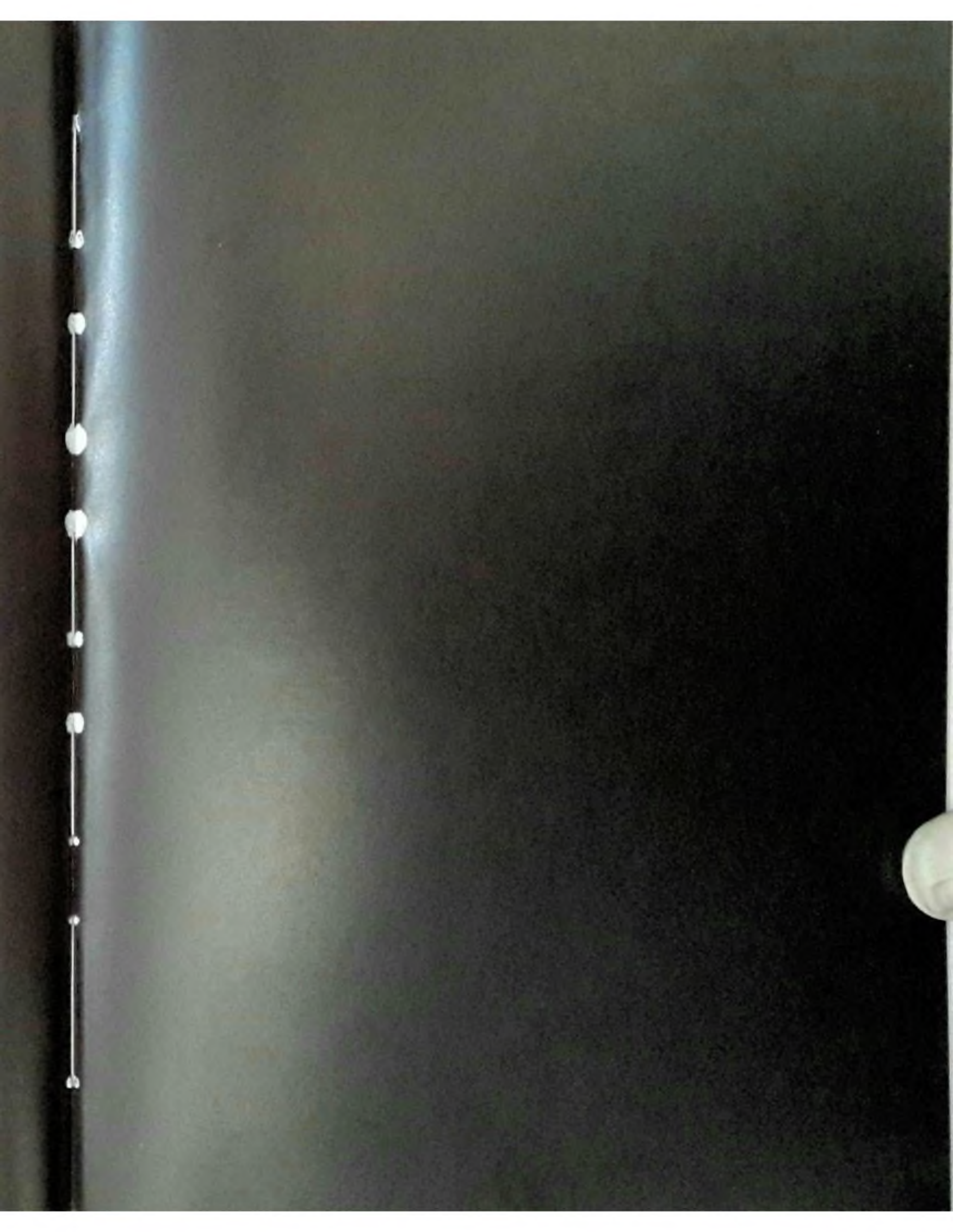
اسم المركبة الفضائية	تاريخ اطلاقها	قيادتها	منجزاتها
مارينر ٢ (امريكي)	٢٧ اغسطس ١٩٦٢	غير مأهول	اول مركبة فضائية تمر بالقرب من الزهرة وتقيس حرارات جوّها وسطحها .
مارس ١ (سوفييتي)	١ نوفمبر ١٩٦٢	غير مأهول	اول مركبة فضائية تمر بالقرب من المريخ .
فوستوك ٢ (سوفييتي)	١٦ يونيو ١٩٦٣	مأهول	اول مركبة فضائية تحمل امرأة (فالنتينا تيرشكوفا) .
فوسكهود ١ (سوفييتي)	١٢ اكتوبر ١٩٦٤	مأهول	اول مركبة فضائية تحمل ثلاثة رجال .
مارينر ٤ (امريكي)	٢٨ نوفمبر ١٩٦٤	غير مأهول	اول مركبة فضائية تقترب من المريخ وتأخذ صوراً عن سطحه وتدرس جوّه .
فوسكهود ٢ (سوفييتي)	١٨ مارس ١٩٦٥	مأهول	اول رجل يسير في الفضاء (الكسي ليونوف يسير ١٠ دقائق) .
جميني ٣ (امريكي)	٢٣ مارس ١٩٦٥	مأهول	اول مناورات مدارية يقوم بها بشر في مركبة فضائية .
فينيرا ٣ (سوفييتي)	١٦ نوفمبر ١٩٦٥	غير مأهول	اول مركبة فضائية تحط على كوكب سيار .
لونا ٩ (سوفييتي)	٣١ يناير ١٩٦٦	غير مأهول	اول مركبة فضائية تهبط برفق على القمر وتصور سطحه .
جميني ٨ (امريكي)	١٦ مارس ١٩٦٦	مأهول	اول التقاء فضائي بين مركبتين .
لونا ١٠ (سوفييتي)	٣١ مارس ١٩٦٦	غير مأهول	اول مركبة فضائية تدخل مدار القمر .

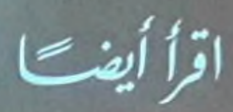
سورفايور ١ (امريكي)	٣٠ مايو ١٩٦٦	غير مأهول	اول مركبة فضائية امريكية تهبط برفق على القمر وتصور سطحه.
فينيرا ٤ (سوفييتي)	١٢ يونيو ١٩٦٧	غير مأهول	هبوط على الزهرة وارسال معلومات عن جوها قبل بلوغ سطحها.
ابولو ٨ (امريكي)	٢١ ديسمبر ١٩٦٨	مأهول	اول دوران حول القمر يقوم به بشر في مركبة فضائية.
ابولو ١١ (امريكي)	١٦ يوليو ١٩٦٩	مأهول	هبوط اول بشر على سطح القمر (نيل ارمسترونغ وادوين ألدرين).
فينيرا ٧ (سوفييتي)	١٧ اغسطس ١٩٧٠	غير مأهول	اول بث الى الارض من على سطح القمر.
لونا ١٦ (سوفييتي)	١٢ سبتمبر ١٩٧٠	غير مأهول	هبوط برفق على القمر واخذ عيّنات من ترابه بطريقة آلية.
سويوز ١١ (سوفييتي)	٦ يونيو ١٩٧١	مأهول	اول اقامة في محطة الفضاء سليوت (٢٣ يوماً).
بايونير ١٠ (امريكي)	٧ مارس ١٩٧٢	غير مأهول	اول مسبار يطلق نحو المشتري.
ابولو ١٧ (امريكي)	٧ ديسمبر ١٩٧٢	مأهول	آخر واطول اقامة على القمر (٧٥ ساعة).
بايونير ١١ (امريكي)	٦ ابريل ١٩٧٣	غير مأهول	اول مسبار يطلق نحو زحل.
مارينر ١٠ (امريكي)	٣ نوفمبر ١٩٧٣	غير مأهول	يرسل الى الارض اولى الصور عن عطارد والزهرة المأخوذة عن كثب.
سكايلاب ٣ (امريكي)	١٦ نوفمبر ١٩٧٣	مأهول	اطول رحلة فضائية (٨٤ يوماً).

بايونير ١٠ (امريكي)	٣ ديسمبر ١٩٧٣	غير مأهول	اول اقتراب من المشتري واتجاه نحو بلوتو . سيخرج المسبار من النظام الشمسي وهو يحمل لوحة رسوم الى كائنات عاقلة من عوالم اخرى قد تلتقي به .
اكسبلورر ٥١ (امريكي)	ديسمبر ١٩٧٣	غير مأهول	تابع علمي لدراسة طبقات الجو الارضي .
لونا ٢٢ (سوفييتي)	٢٩ مايو ١٩٧٤	غير مأهول	رحلة الى جوار القمر لدراسته .
سويوز ١٤ (سوفييتي)	٣ يوليو ١٩٧٤	مأهول	التقاء بالمحطة الفضائية سليوت ٣ واقامة دراسية فيها طيلة ١٥ يوماً .
لونا ٢٣ (سوفييتي)	٢٨ اكتوبر ١٩٧٤	غير مأهول	رحلة الى جوار القمر لدراسته .
سويوز ١٦ (سوفييتي)	٢ ديسمبر ١٩٧٤	مأهول	رحلة لاعداد المشروع السوفييتي الامريكي المشترك (ابولو / سويوز) .
بايونير ١١ (امريكي)	ديسمبر ١٩٧٤	غير مأهول	يقترب من المشتري ٣ مرات اكثر من بايونير ١٠ ويتابع رحلته الى زحل .
سويوز ١٧ (سوفييتي)	١٢ يناير ١٩٧٥	مأهول	اطول اقامة سوفيتية في محطة فضائية هي سليوت ٤ (٣٠ يوما).
هليوس ١ (امريكي الماني)	١٥ مارس ١٩٧٥	غير مأهول	اقرب اقتراب الى الشمس.
سويوز / ابولو (امريكي سوفييتي)	١٧ يوليو ١٩٧٥	مأهول	اول التقاء امريكي سوفييتي في الفضاء .
فينيرا سوفييتي			
فينيرا ٩ (سوفييتي)	٢٢ اكتوبر ١٩٧٥	غير مأهول	هبوط على الزهرة وارسال صور عنها .

فينيرا ١٠ (سوفييتي)	٢٥ اكتوبر ١٩٧٥	غير مأهول	هبوط على الزهرة وارسال صور عنها .
سويوز ٢٠ (سوفييتي)	١٩ نوفمبر ١٩٧٥	غير مأهول	اطول دوران حول الارض (٩١ يوما)
بايونير ١٠ (امريكي	١٠ مارس ١٩٧٦	غير مأهول	يعبر مدار زحل .
سويوز ٢١ (سوفييتي)	٦ يوليو ١٩٧٦	مأهول	يلتقي بسليوت ٤ ويدوران معا حول الارض للدراسة ٤٩ يوما .
فايكنغ ١ (امريكي)	٢٠ يوليو ١٩٧٦	غير مأهول	اول هبوط امريكي ناجح على الزهرة .
فايكنغ ٢ (امريكي)	٣ سبتمبر ١٩٧٦	غير مأهول	ثاني هبوط امريكي ناجح على الزهرة .
سويوز ٢٢ (سوفييتي)	١٥ سبتمبر ١٩٧٦	مأهول	يدور حول الارض ٨ ايام للتصوير .
سويوز ٢٤ (سوفييتي)	٨ فبراير ١٩٧٧	مأهول	التقاء بسليوت ٥ ودراسات هامة طيلة ١٨ يوما .
كوسموس ٩٣٦ (سوفييتي)	٣ اغسطس ١٩٧٧	غير مأهول	اختبارات مشتركة وضع تصاميمها في التابع السوفييتي علماء سوفييتيون وامريكيون وغيرهم من دول اوروبية .
هايو ١ (امريكي)	١٢ اغسطس ١٩٧٧	غير مأهول	اول تابع علمي لاستكشاف الفضاء . اكتشف متجددا مكونا من اشعة سينية .
فواياجور ٢ (امريكي)	٢٠ اغسطس ١٩٧٧	غير مأهول	مسبار متجه نحو المشتري وزحل وربما نحو اورانوس ونبتون .
فواياجور ١ (امريكي)	٥ سبتمبر ١٩٧٧	غير مأهول	مسبار متجه نحو المشتري وزحل .

ماتيوسات (امريكي)	٢٣ نوفمبر ١٩٧٧		اول تابع لدراسة مناخ اوروبا ٠
ساكورا (ياباني)	٥ ديسمبر ١٩٧٧		تابع للمواصلات ٠
شاينا ٨ (صيني)	٢٥ يناير ١٩٧٨		اول تابع تطلقه الصين .
اكسوس (ياباني)	٤ فبراير ١٩٧٨		تابع لدراسة الاشفاق .
سويوز ٢٧ (سوفييتي)	١٦ مارس ١٩٧٨	مأهول	انتهاء اطول رحلة فضائية حتى ذلك التاريخ دامت ٩٦ يوما و ١٠ ساعات تم خلالها التقاء بسليوت ٦ .
بايونير فينوس ١ (امريكي)	٢٠ مايو ١٩٧٨	غير مأهول	مسبار الى الزهرة لدراستها ٠
بايونير فينوس ٢ (امريكي)	١٨ اغسطس ١٩٧٨	غير مأهول	مسبار الى الزهرة لدراستها ٠
سويوز ٣١ (سوفييتي)	٢ نوفمبر ١٩٧٨	مأهول	انتهاء اطول رحلة فضائية حتى ذلك التاريخ دامت ١٣٩ يوما و ١٤ ساعة تم خلالها التقاء بسليوت ٦ واقامة فيها واستقبال رائدي فضاء فيها قدما في سويوز ٢٦ ورائدين آخرين قدما في سويوز ٢٨ واستلام مؤن من عربات فضائية غير مأهولة ٠
فينيرا ١١ وفينيرا ١٢ (سوفييتي)	ديسمبر ١٩٧٨	غير مأهول	هبوط ناجح على الزهرة لمتابعة دراستها ٠



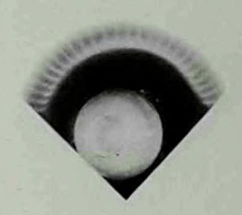


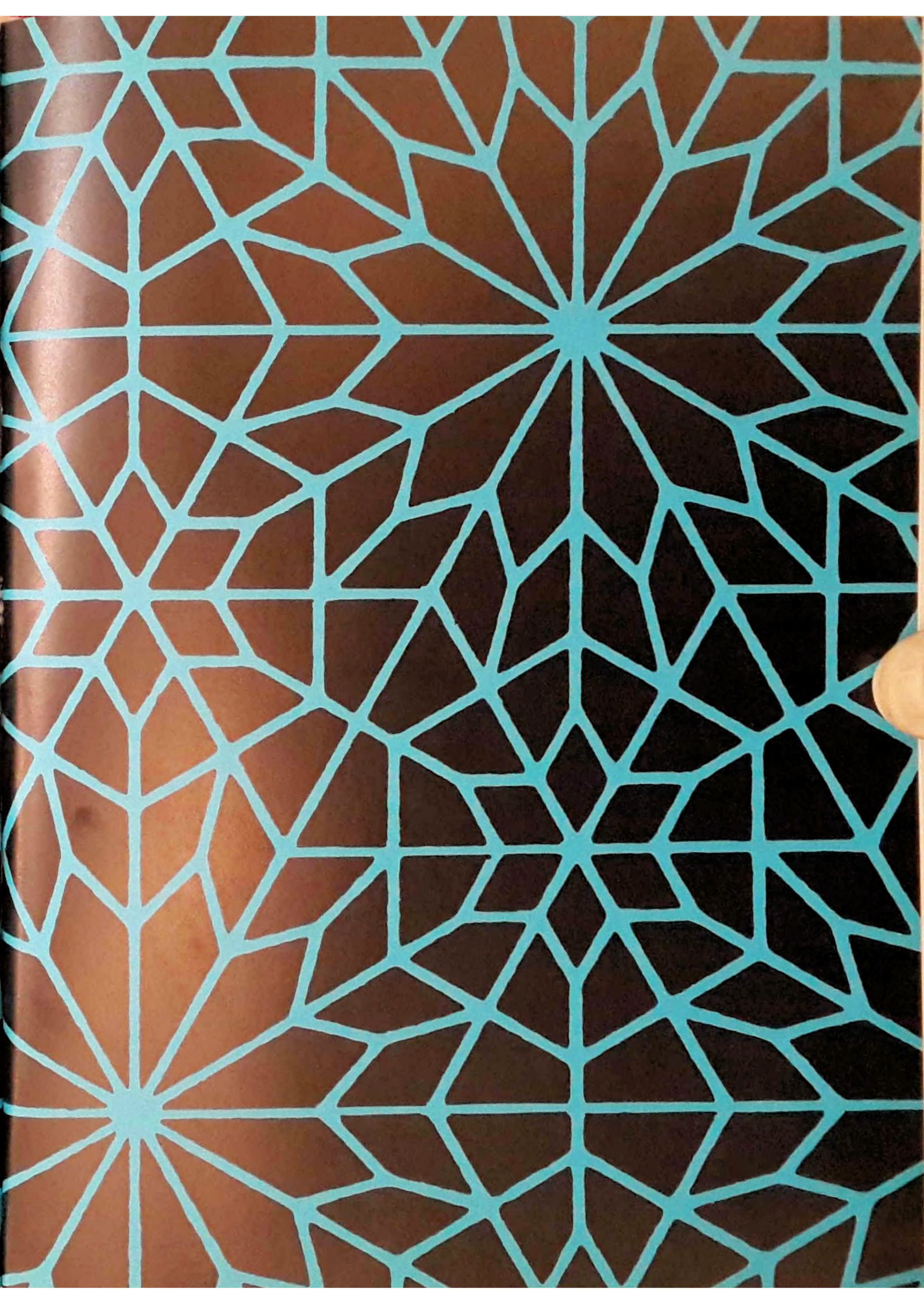


(العنوان الرئيسي يشير إلى الموضوع الذي تدرسه .
اما العناوين الفرعية فهي لاستكمال البحث .)







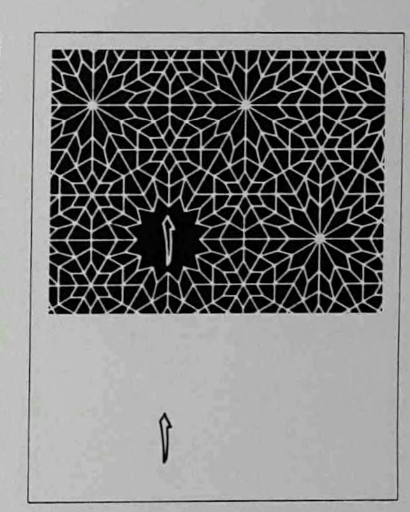




معجم المصطلحات الفنية
Digitized by Ahmed Barod
اعداد
الدكتور خليل الجرّ
عميد كلّية التربية في الجامعة اللبنانية

معجم المصطلحات الفنية

سرد المصطلحات الفنية والمعاني التي وردت بها في هذا المجلد مع مرادفاتها الإنجليزية



آخر النهر ACHERNAR

ألفا النهر . نجم كان قديماً من القدر الأوّل ويعرف أيضاً بالظليم . قدره الآن ٠,٦ وفئة طيفه ب ٥ .

آمالثيا AMALTHEA

التابع الخامس للمشتري اكتشفه إدوار برنار عام ١٨٩٢ . هو أقرب التوابع إلى السيّار يقع مداره داخل مداريو ويبلغ معدّل بعده عن مركز السيّار ١٨١ ألف كيلومتر ومدّة دورانه المحوريّ ١١ ساعة و٥٧ دقيقة ويبلغ قطره ٢٠٠ كيلومتر .

ابسيلون الدبّ الأكبر

EPSILON URSAE MAJORIS

نجم هو الألية ومن أسمائه الخور والجون .

إبسيلون الكلب الأكبر

EPSILON CANIS MAJORIS

إحدى العذارى وهي دلتا وإبسيلون وإيتا وأوميكرون ٢ .

إبط الجوزاء BETELGEUSE

أنظر منكب الجوزاء .

أبو سيف DORADO

كوكبة جنوبيّة مولّدة في قطب دائرة البروج الجنوبيّ . في القسم الأعلى من هذه الكوكبة غيمة ماجلاّن الكبرى وفي هذه المنطقة أيضاً سديم منتشر يرى بالعين المجرّدة ويبلغ قطره ١٢٠ سنة ضوئيّة والعملاق الأعظم دلتا أبو سيف وهو نجم له أكبر قدر مطلق معروف يربو ضياؤه على ضياء الشمس ٥٠٠ ٠٠٠ مرّة .

أبولّون APOLLO

في علم الفلك : كويكب صغير من فئة الكويكبات التي تقترب من الأرض ويبلغ قطره حوالى كيلومترين .

الاتّحاد الدوليّ لملاحة الفضاء

INTERNATIONA ASTRONAUTICAL FEDERATION (IAF)

منظّمة مكوّنة من جمعيّات ملاحة فضائيّة تشترك فيها حوالى عشرين دولة ارتبطت معاً للنهوض بأهداف التطويرات الفنّية لوسائل السفر في الفضاء وتنمية التبادل الدولي للآراء المتعلّقة بالمشاكل الفنّية والقانونيّة والاجتماعية الخاصّة بالسفر إلى الفضاء توصّلاً إلى جعل فنون الفضاء وسيلة للتعاون السلميّ بين الشعوب .

الاتّصال SYZYGY

يقال إنّ القمر في الاتّصال أو الاقتران وهو هلال وفي الاستقبال وهو بدر .

أثر زيمن ZEEMAN EFFECT

في الفيزياء : ظاهرة انشطار خطوط الطيف تنبّأ بها زيمن عام ١٨٩٦ قبل أن يكتشفها أحد .

أثر كوريوليس CORIOLIS EFFECT

انحراف جسم متحرّك يسبّبه دوران الأرض . فالحركة الأفقيّة تنحرف إلى اليمين في نصف الكرة الشماليّ وإلى اليسار في النصف الجنوبيّ .

الاحتجاب او الاستتار OCCULTATION

في علم الفلك : غياب موقّت لكوكب نتيجة لمرور كوكب آخر أمامه .

الاحتكاك FRICTION

في الفيزياء : عمل جسمين متماسّين يتحرّك أحدهما على الأقل .

الاحتمال PROBABILITY

مفهوم علميّ للمصادفة . وحساب الاحتمال مجموعة من القواعد التي تمكّن من تحديد النسبة المئويّة لحظوظ حدوث حدث ما .

الإحداثيات CO-ORDINATES

في الرياضيّات : عناصر غايتها تحديد موقع نقطة على سطح أو في الفراغ بالنسبة إلى نظام مراجع معيّنة .

الإحداثيّات الجغرافيّة

GEOGRAPHICAL CO - ORDINATES

على الكرة الأرضيّة أو على الخرائط الجغرافيّة خطوط متقاطعة هي « خطوط الطول » و « خطوط العرض » تمكّن من تحديد موقع نقطة من سطح الأرض .

إحداثيّات هندسيّة

GEOMETRICAL CO - ORDINATES

عناصر تمكّن من تعيين موقع نقطة في مستو أو في الفراغ بالنسبة إلى نظام مراجع معيّنة .

أحزمة فان ألّن VAN ALLEN BELTS

حزامان من جسيمات لها طاقة عالية أسرها مجال الأرض المغنطيسي يشكّلان عقبة في سبيل استكشاف الفضاء عن سطح الأرض ، أوّل من اكتشفهما وقاسهما الدكتور جيمس فان ألّن من جامعة أيوا بالولايات المتحدة .

الإحصائيّات STATISTICS

فرع من الرياضيّات المطبّقة يقوم على مبادىء ناجمة عن نظريّة الاحتمالات غايته الجمع المنهجيّ ودراسة سلاسل الأحداث والمعطيات العدديّة .

اختلاف المنظر PARALLAX

تغيّر ظاهريّ في موقع الشيء وبخاصّة الجرم السماويّ المنظور بسبب من التغيّر أو الاختلاف في مكان الناظر .

أدحيّ الحمام CORONA AUSTRALIS

كوكبة جنوبيّة هي الإكليل الجنوبيّ . اطلبه .

أدحي النعام AZHA

نجم هو إيتا النهر وعند العرب هي نجوم في وسط النهر .

الارتفاع HEIGHT

في شكل هندسّي هو أقصر مسافة بين قاعدتيه أو بين القاعدة والرأس .

الارتفاع ALTITUDE

في علم الفلك : الزاوية المحصورة بين نجم

أو جسم والمشاهد ومسقط النجم على الأفق .

الأرغون ARGON

عنصر كيميائيّ رمزه (جو) ووزنه الذرّي ٣٩,٩٤٨ . والأرغون غاز لا رائحة له ولا لون ولا يقوم بأي نشاط كيميائيّ . يشكل ١/١٠٠٠ من الهواء .

الأرصاد الجوّية METEOROLOGY

علم يبحث في الجوّ وظواهره وبخاصّة في الأحوال الجوّية والتكهّن بها .

الأرنب LEPUS

صورة جنوبيّة تقع إلى جنوبيّ الجبّار تحت رجله وإلى الشرق من الكلب الأكبر على هيئة معيّن غير قياسّي تشكّله النجوم ألفا وبيتا وغاما ودلتا . نجمه الرئيسيّ العرش من القدر ٢,٧ . اهم نجومه :

ألفا الأرنب : العرش

بيتا الأرنب : النهال

أرييل ARIEL

أحد توابع أورانوس ويبلغ قطره حوالى ١٥٠٠ كلم . اكتشفه و . لاسّل في ستارفيلد عام ١٩٥١ .

الإزار IZAR

نجم هو إبسيلون العوّاء ومن أسمائه مراق الإزار وتابع السماك وراية الفكّة وراية السماك .

الأزوت NITROGEN

عنصر كيميائي غازيّ عادم اللون والطعم والرائحة رمزه (ن) ووزنه الذرّي ١٤,٠٦٧ يدخل في تركيب الهواء وهو أحد العناصر الضروريّة لحياة الحيوانات والنباتات .

الأسّ POWER

في الرياضيّات : عدد أو حرف يوضع أمام عدد آخر للدلالة على قوّته (٤^٣ تعني ٤×٤×٤) .

الاستتار او الاحتجاب OCCULTATION

في علم الفلك : اختفاء كوكب وراء كوكب آخر بالنسبة إلى مراقب موجود على سطح الأرض . (إنّ مرور نجم أو سيّار وراء القمر يساعد على القياس الدقيق لحركة القمر . وكذلك مرور عطارد وراء الشمس يمكّن من معرفة العناصر المداريّة لهذا السيّار).

أستريا ASTRAEA

أحد الكويكبات الصغرى الموجودة في الفجوة الواقعة بين المرّيخ والمشتري اكتشفه الفلكيّ الألماني كارل هنكه عام ١٨٤٥ . وهنكه من الفلكيّين الهواة .

الاستشعاع او التفلور FLUORESCENCE

في الفيزياء : قدرة بعض الاجسام على بث الضوء عندما تتلقّى اشعاعا من مصدر آخر قد يكون غير مرئي كأشعة ما فوق البنفسجي او الاشعة السينية .

الاستقرار STABILITY

في الفيزياء : حالة جسم جامد في حالة توازن يميل إلى الرجوع إلى وضعه الأساسّي إذا أزيح عنه .

- في الكيمياء : حالة جسم مركّب يصعب تحليله .

الاستقطاب POLARIZATION

في الفيزياء : صفة تبدو في شعاع ضوئي بعد انعكاسه أو انكساره وتمكّنه من نقل ذبذبات موزّعة حول هذا الشعاع توزّعاً غير متساوٍ .

الاسد LEO

كوكبة شماليّة بالقرب من خط الاستواء السماويّ سمّيت هكذا نظراً لشكلها . نجمها الرئيسي ألفا الأسد أو قلب الأسد . والأسد أحد افلاك البروج يتطابق مع عبور الشمس في شهر آب في كوكبة السرطان . اهم نجومها :

ألفا الأسد : قلب الأسد

بيتا الأسد : ذنب الأسد

غماً الأسد : جبهة الأسد وهي المنزلة العاشرة من منازل القمر

دلتا الأسد : عرف الأسد

دلتا وثيتا الأسد : الخرتان وهذه هي المنزلة الحادية عشرة من منازل القمر .

ابسيلون الأسد : رأس الأسد الجنوبيّ

زيتا الأسد : الضفيرة

ثيتا الأسد : الخُرت

كبّا الأسد : منخر الأسد

لمبدا الأسد : الطرف أو الطرفة وهو المنزل التاسع من منازل القمر

مو الأسد : رأس الأسد الشماليّ

أبسيلون ومو الأسد : الأشفار

الأسد الأصغر LEO MINOR

كوكبة شماليّة صغيرة جنوبيّ الدب الأكبر فيها القليل من النجوم الساطعة .

الاسر CAPTURE

في علم الفلك : تغلّب مجال القوّة المركزيّة لكوكب على سرعة جسم عابر أو على قوّة طرده المركزيّة وإدخاله تحت تأثير مجال هذه القوّة المركزيّة للكوكب .

الأسطرلاب ASTROLABE

في علم الفلك : آلة فلكيّة قديمة لقياس ارتفاع الشمس والكواكب .

الإسقاط الجغرافيّ GEOGRAPHICAL PROJECTION

في الجغرافيا : عملية رسم خرائط تقوم على إسقاط السطح الكرويّ للأرض على سطح مستوٍ .

الإسقاط السمتيّ ZENITHAL PROJECTION

رسم خريطة نصف الكرة الجنوبيّ باسقاط كلّ نقطة منه على طول مستقيم ينطلق من القطب الشماليّ إلى المستوي المماس للقطب الجنوبيّ .

الإسقاط العموديّ ORTHOGONAL PORJECTION

في الرياضيّات : إسقاط شكل على مستقيم أو على مستوٍ أو على سطح بواسطة خطوط عموديّة تنطلق من مختلف نقط الشكل .

الإشارة SIGNAL

العلامة . في الرياضيات : الإشارة الجبريّة هي علامة الإفادة الجبريّة وتكون على نوعين : موجبة (+) وسالبة (−) .

الأشرعة VELA

اسم إحدى الكوكبات التي تشكّل كوكبة السفينة في النصف الجنوبيّ من الكرة السماويّة . وتسمّى أيضا الشراع .

الإشعاع RADIATION

في الفيزياء : بث أشعّة أوجزيئات . والإشعاع عنصر مؤلّف لموجة ضوئيّة أو كهرطيسيّة كالإشعاع تحت الأحمر أو فوق البنفسجي .

الإشعاع الشمسي SOLAR RADIATION

الطاقة التي تبثّها الشمس والتي يمتصّ الأوزون في طبقة الجوّ العليا قسماً منها ويصل القسم الباقي منها الى سطح الأرض .

الإشعاعيّة RADIANCE

كثافة الدفق الضوئي على سنتيمتر مربّع من سطح جسم ما .

أشعّة بيتا BETA RAYS

في الفيزياء : إلكترونات تبثّها ذرات ذات نشاط اشعاعي .

الأشعّة السينيّة X-RAYS

في الفيزياء : أشعّة اكتشفها العالم الألماني رونتجن وتسمّى أحياناً باسمه وهي موجات كهرطيسيّة من نوع الضوء ولكنّها ذات طول موجي أقصر ،يتراوح مداها بين ٥×١٠-٧ و٦×١٠-١٠ سم تقريباً .

أشعّة غماً GAMMA RAYS

في الفيزياء : أشعّة كهرطيسيّة خاصّة يبثّها الراديوم وبعض الموادّ الأخرى ذات الفعّاليّة الإشعاعيّة .

الأشعّة فوق البنفسجيّة ULTRA-VIOLET RAYS

في الفيزياء : موجات كهرطيسيّة تقع على مدى

طول الموجات بين ٤×١٠-٥ و ٥×١٠-٧ سم ، أي بين الضوء المرئيّ والأشعّة السينيّة .

الأشعّة الكاثوديّة او المهبطية CATHOD RAYS
في الكهرباء : الأشعّة المنبثقة من الكاثود عند حُدوث تفريغ كهربائيّ في غاز متخلخل .

الأشعّة الكونيّة COSMIC RAYS
في علم الفلك : إشعاع معقّد مرتفع الطاقة مصدره فراغ ما بين الكواكب يؤيّن الهواء عند مروره في الجوّ وذلك عن طريق اقتلاع إلكترونات من الذرّات .

الأشعّة المهبطيّة او الكاثودية CATHODE RAYS
في الفيزياء : حزمة من الإلكترونات يبثّها المهبط في أنبوب يحتوي على غاز متخلخل .

الإصداء REVERBERATION
في علم الصوتيّات : بقاء الصدى بعد توقّف الصوت .

الاعتدالان EQUINOXES
في علم الفلك : الاستواءان وهما اثنان الاعتدال الربيعي حوالى ٢١ آذار (مارس) والخريفيّ وهو ١٨٠° بعيد عنه حوالى ٢٢ أيلول (سبتمبر) .

الأعجوبة MIRA
نجم هو أوميكرون الحوت . يتأرجح قدره بين ١,٧ و ٩,٦ وتتأرجح مدّته بين ٣٢٠ و ٣٧٠ يوماً . تعتريه ظاهرة كسوف بين نجميه اللذين يدور أحدهما حول الآخر في مستوٍ يمرّ على مقربة من الأرض .

الأفق HORIZON
في الجغرافيا : ما ظهر من نواحي الفلك ماسّاً أطراف الأرض .

الأفق الاصطناعيّ ARTIFICIAL HORIZON
حقّ أو صندوق فيه زئبق لرصد ارتفاع الأجرام السماويّة .

أفوليّ ACHRONYCAL
في علم الفلك : يُقال للجرم السماويّ الذي يشرق عند أفول الشمس أي غروبها ويغرب عند شروقها .

الاقتران CONJUNCTION
في علم الفلك : التقاء جرمين سماويين أو أكثر عند درجة واحدة من منطقة البروج . ويكون الاقتران متخلّفاً عندما يكون الجرم بين الأرض والشمس ومتقدّماً عندما تكون الشمس بين الأرض والجرم .

الإكزوسفير EXOSPHERE
الطبقة أو الحدود النهائيّة للغلاف الجوّيّ حيث يندر الاصطدام بين جزيئات الغاز ولا يكون هناك سوى قوّة الجاذبيّة لتستعيد الجزيئات الهاربة إلى طبقات الغلاف الجوّيّ العليا .

إكسبلورر EXPLORER
واحد من الأقمار الاصطناعيّة التي تطلقها الولايات المتحدة وفقاً لبرامج وأبحاث وتوجيهات وكالة الجيش للقذائف الباليستيكيّة أو برامج ناسا .

الأكسدة OXIDATION
في الكيمياء : عمليّة كيميائيّة يتمّ فيها تركيب الأكسيجين مع مواد أخرى فيفعل فيها .

الأكسيجين OXYGEN
عنصر كيميائيّ غازيّ رمزه (أ) ووزنه الذرّيّ ١٥,٩٩٩٤ وهو أكثر العناصر انتشاراً في الطبيعة لا لون له ولا طعم ولا رائحة يتّحد مع أكثر العناصر ولاسيّما مع الهيدروجين لتكوين الماء . وهو غاز يعتبر أحد مقوّمات الماء والهواء وعماد الحياة الحيوانيّة والنباتيّة وهو عامل التنفّس والاحتراق .

الأكسيد OXIDE
في الكيمياء : مركّب حاصل عن اتّحاد الأكسيجين مع جسم آخر .

الإكليل CORONA
في علم الفلك : ضوء ساطع واسع الانتشار يحيط بالشمس .

الإكليل الجنوبيّ CORONA AUSTRALIS

كوكبة جنوبيّة تتألف من نجوم خافتة تتراوح أقدارها بين القدرين ٤ و ٥ . من أسمائها القبّة والخباء وأدحيّ النعام .

الإكليل الشماليّ

CORONA BOREALIS

كوكبة شماليّة بين العوّاء والجاثي فيها ٢١ نجماً أكثرها دون القدر الثالث وهي على استدارة خلف عصا العوّاء وفي استدارتها ثلمة تسمّيها العامّة قصعة المساكين وقصعة الصعاليك . كانت هذه الكوكبة في عامي ١٨٦٦ و ١٩٤٦ مركزاً لظهور متجدّد هو ت الإكليل الشماليّ انتقل في كلّ من الحالتين من القدر التاسع إلى قدر يتراوح بين ٢ و ٣ .

ألفا الأكليل الشماليّ : الفكّة ونيّر الفكّة

بيتا الإكليل الشماليّ : النسقان أي النسق الشاميّ والنسق اليمانيّ .

الألبيدو ALBEDO

في علم الفلك : نسبة الضوء المنعكس على سطح غير مصقول إلى الضوء الساقط عليه . وهو اصطلاح يُستعمل في الإشارة إلى الضوء المنعكس من القمر أو الكواكب .

الألبيدومتر ALBEDOMETER

آلة لقياس الألبيدو

ألفا ALPHA

الحرف الأوّل من الابجديّة اليونانية وفي علم الفلك يشير عادة إلى النجم الرئيسي أو الاشدّ تألقاً في كوكبة .

ألفا السرطان ALFA CANCRI

نجم هو الزبان أو الزباني أو زبانا السرطان الجنوبيّ .

ألفا التنين ALPHA DRACONIS

نجم هو الذيخ وهو ذكر الفياع .

ألفا الثور ALPHA TAURI

نجم هو عين الثور ويسمّى ايضا الدبران

ألفا الجؤجؤ ALPHA CARINAE

نجم هو سهيل والفحل .

ألفا الجوزاء ALPHA ORIONIS

نجم هو منكب الجوزاء ويقال له أيضاً يد الجوزاء وإبط الجوزاء .

ألفا الحوت الجنوبيّ ALPHA PISCIS AUSTRALIS

نجم هو فم الحوت ويسمّى أيضاً الضفدع الأوّل .

ألفا الدبّ الأكبر

ALPHA URSIS MAJORI

نجم هو الدبّة وظهر الدّب الأكبر .

ألفا الدجاجة ALPHA CYGNI

نجم هو الردف ويسمّى أيضاً ذنب الدجاجة .

ألفا ذي الأعنّة ALPHA AURIGAE

نجم هو العيّوق ويقال له أيضاً عيّوق الثريّا ورقيب الثريّا والحاذي .

ألفا الساقي ALPHA AQUARII

نجم هو سعد الملك في الكتف اليمنى من الساقي .

ألفا الظّلمان ALPHA CENTAURI

نجم في كوكبة الظلمان يرى في نصف الكرة الجنوبيّ ويقع على مسافة ٤,٣ سنوات ضوئيّة عن الأرض . وهو ثالث نجم في السماء من حيث التألق .

ألفا العذراء ALPHA VIRGINIS

نجم هو السماك الأعزل .

ألفا العوّاء ALPHA BOOTIS

نجم هو السماك الرامح وأمامه نجم صغير يقال له راية السماك .

ألفا الغراب ALPHA CORVI

نجم هو منقار الغراب أو الخباء .

ألفا الكلب الأصغر ALPHA CANIS M!NORIS

نجم هو الشعرى الشاميّة أو الكلب المتقدّم .

ألفا الكلب الأكبر ALPHA CANIS MAJORIS

نجم هو الشعرى اليمانيّة .

ألفا المرأة المسلسلة ALPHA ANDROMEDAE

نجم هو سرّة الفرس ورأس المرأة المسلسلة وهو كوكب مشترك بينها وبين الفرس .

ألفا النسر ALPHA AQUILAE

نجم هو النسر الطائر .

ألفا نعيم ACRUX

نجم في الصليب الجنوبيّ ويسمّى أيضاً نيّر نعيم .

ألفا النهر ALPHA ERIDANI

نجم هو آخر النهر ويسمّى أيضاً الظليم .

الإلكترومتر ELECTROMETER

في الكهرباء : مقياس فرق الجهد الكهربائي الإستاتيّ .

في الفيزياء : جهاز للكشف عن الإشعاعات الكهربائية الضئيلة وقياسها .

الإلكترون ELECTRON

في الفيزياء : دقيقة ذات شحنة كهربائيّة سالبة وهو أحد العناصر المكوّنة للذرة .

الألية ALIOTH

نجم هو إبسيلون الدب الأكبر ومن أسمائه الحَوَر والجون وهو من القدر ١,٧ وفئة طيفه صفراء .

أمبرييل UMBRIEL

أحد توابع أورانوس ويبلغ قطره حوالى ١٠٠٠ كلم .

امتصاص الضوء ABSORPTION OF LIGHT

في علم الفلك : نقص يقع في لمعان النجوم البعيدة .

الامتصاص الطيفيّ

SPECTRAL ABSORPTION

في الفيزياء : هو امتصاص الطيف لبعض الاشعة المخترقة أجساماً قليلة الإشفاف . تكون أطياف الأجسام الصلدة متّصلة . أمّا أطياف العناصر الغازيّة فتختلف باختلاف الغاز .

أمَلثيا AMALTHEA

خامس تابع للمشتري وهو من توابعه الصغيرة يبلغ بعده عن مركز السيّار ١٨١٠٠٠ كلم ومدّة دورانه المحوريّ ١١ ساعة و ٥٧ دقيقة .

أمور AMOR

في علم الفلك : كويكب صغير من فئة الكويكبات التي تقترب من الأرض ويبلغ قطره ٨ كيلومترات .

الانتشار PROPAGATION

كلمة تستعمل لوصف الطريقة التي تنتقل بها موجة كهرطيسيّة مثل إشارة رادار أو إشارة توقيت أو إشعاع ضوئيّ من نقطة إلى أخرى .

الإنحراف ABERRATION

في علم الفلك : انتقال ظاهريّ لصورة نجم يرى في المرقب .

الانحراف VARIATION

في علم الفلك : انحراف الجرم السماويّ عن مداره المألوف .

الانحراف الزاويّ DECLINATION

في علم الفلك : البعد الزاويّ لنجم أو كوكب شمالاً أو جنوباً عن خطّ الاستواء السماويّ .

انحراف الضوء

ABERRATION OF LIGHT

في علم الفلك : تغيير في موقع جرم سماويّ ناجم عن حركة الأرض في مدارها .

إنسلادوس ENCELADUS

أحد توابع زحل الصغرى كثافته ضعيفة وقد يكون كتلة ضخمة من الجليد .

الإنش INCH

في الرياضيات : وحدة طول أنجلو سكسونيّة تساوي ٢,٥٤ سنتيمتراً .

الإنعكاس REFLECTION

في الفيزياء : تغير اتّجاه الموجات الضوئية أو الحركيّة أو الصوتيّة بعد وقوعها على سطح عاكس .

أنف الفرس ENIF

نجم هو إبسيلون الفرس الأعظم ويسمّى أيضاً جحفلة الفرس وفم الفرس .

الإهليلج او القطع الناقص ELLIPSE

في الرياضيّات : منحنٍ مسطّح محدّب مغلق له محورا تماثل وتكون كلّ نقطة من نقاطه بحيث أنّ مجموع مسافاتها إلى نقطتين ثابتتين تسمّيان « بؤرتين » يظلّ ثابتاً .

أوبيرون OBERON

أحد تابعي أورانوس الكبيرين ويبلغ قطره حوالى ١٦٠٠ كلم .

الأوج APEX

في علم الفلك : النقطة التي تتّجه إليها الشمس في مسيرها بالفضاء .

الأوج APHELION

في علم الفلك : النقطة التي يكون فيها الكوكب السّيار أو أي جرم سماويّ آخر أبعد ما يمكن عن الشمس .

أورانوس URANUS

سابع السّيارات الرئيسيّة التابعة للنظام الشمسّي بالنسبة إلى بعده عن الشمس . اكتشفه هرشل عام ١٧٨١ . على سطحه أحزمة شبيهة بأحزمة المشتري وزحل . نظراً لصغر قطره الظاهر يصعب قياس تسطيحه وتظل التفاصيل على سطحه غير واضحة . ولأورانوس خمسة توابع هي : أرييل وأمبرييل وتيتانيا وأوبيرون وميراندا تدور في مستوٍ يكاد يكون معامداً للمستوي المداريّ ويربو ميلها على ٩٠° بحيث تبدو حركاتها الظاهرة تراجعيّة كحركة دوران السّيار على ذاته .

الأورانوغرافيا URANOGRAPHY

علم وصف السماء والأجرام السماويّة بدون محاولة تفسيرها .

الأورانولوجيا URANOLOGY

دراسة السماء والأجرام السماويّة بغية تفسيرها .

أوربا EUROPA

أحد توابع المشتري الساطعة اكتشفه غاليليو وسيمون ماريوس في آن واحد عام ١٦٠٩ . قريب الشبه بالقمر من حيث الحجم والكثافة .

الإوز العراقي CYGNUS

كوكبة شماليّة في المجرّة هي الدجاجة . اطلبها .

أوّليّ PRIMARY

نعت يوصف به الجسم الذي يدور حوله تابع . فالشمس جسم أوّليّ للأرض والأرض جسم أوّليّ للقمر .

أوّليّات الأشعّة الكونيّة الثقيلة

HEAVY COSMIC RAY PRIMARIES

نوى موجبة الشحنة للعناصر التي يزيد ثقلها عن ثقل الهيدروجين والهيليوم حتى نواة الحديد (التي لا تدخل ضمنها) . تكوّن هذه النوى الموجبة حوالى ١٪ من مجموع جسيمات الأشعّة الكونيّة .

أوميغا OMÉGA

آخر حرف من حروف الابدجيّة اليونانية يشير في علم الفلك إلى مجموعة نجميّة كرويّة .

إيتا الدبّ الأكبر ETA URSAE MAJORIS

نجم القائد أو قائد بنات نعش الكبرى .

إيروس EROS

أحد السّيارات الصغرى الواقعة بين المريخ والمشتري اكتشفه الفلكيّ السويديّ كارل ويتّ عام ١٨٩٨ . وهو كويكب مستطيل يبلغ قطره الأكبر ٢٧ كيلومتراً وقطره الأصغر ١٦ كيلومتراً .

إيكاروس

ICARUS

أحد السّيارات الصغرى الموجودة في الفجوة الواقعة بين المرّيخ والمشتري يقترب من الشمس إلى مسافة ٢٨ مليون كيلومتر ويبتعد عنها مسافة ٢٩٥ مليون كيلومتر فيتحمّل من جرّاء

ذلك أكثر من أي جرم في النظام الشمسي تغيّرات حراريّة .

الإيكوسفير

ECOSPHERE

في علم الفلك : المنطقة التي يحدث فيها الإشعاع الشمسّي ظروفاً ملائمة للحياة كما هي معروفة على الأرض وهي تمتدّ من مدار الزهرة إلى مدار المرّيخ . وإلى عام ١٩٦٠ كان الاعتقاد سائداً بأن حياة متطورة يمكن أن توجد في المنطقة بكاملها .

الإيون

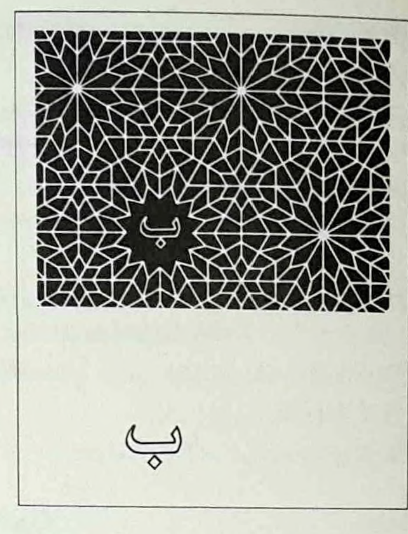
ION

ذرّة أو مجموعة ذرّات تحمل شحنة كهربائيّة تنجم عن اكتساب الكترونات او فقدانها .

الإيونوسفير

IONOSPHERE

الطبقة الخارجيّة من غلاف الأرض الجوّيّ حيث تقوم إشعاعات الشمس بتأيين ذرّات هذا الغلاف الجوّيّ وجزيئاته وإثارتها كهربائيّاً . يختلف ارتفاع هذه الطبقة من وقت إلى آخر خلال اليوم ومن فصل الى فصل بالنسبة للمكان الواحد .



البار BAR

وحدة لقياس الضغط الجوّيّ تساوي مليون داين في السنتيمتر المربّع .

البازلت BAZALT

حجر قاس داكن بركانيّ الأصل .

الباطية CRATER

كوكبة جنوبيّة هي الكأس . أنظره .

بالأس PALLAS

أحد الكويكبات الصغرى الموجودة في الفجوة الواقعة بين المرّيخ والمشتري اكتشفته مجموعة من علماء الفلك بزعامة يوهان شروتر والبارون فون زاخ .

بايونير PIONEER

احد المسابير الفضائيّة التي يقذفها الجيش والسلاح الجوّيّ الأمريكيان تحت رعاية هيئة ناسا .

بايونير ١٠ PIONEER 10

قمر اصطناعي أمريكيّ أطلق باتّجاه المشتري عام ١٩٧٢ فوصل عام ١٩٧٣ إلى مسافة تبعد عنه حوالى ٠٠٠ ١٣١ كلم وأرسل إلى الأرض معلومات هامّة مفصّلة وصوراً ملوّنة .

البحر MARE

في علم الفلك : إحدى البقاع الداكنة المترامية الأطراف على سطح القمر أو المرّيخ .

بدء الظلمة IMMERSION

ظلمة كوكب أو سيّار بعد احتجابه بالقمر أو ظلمة القمر عند خسوفه .

البدر FULL MOON

في علم الفلك : القمر عندما يكون مكتملاً .

البذلة الفضائيّة SPACE SUIT

بذلة خاصّة يرتديها روّاد الفضاء عند القيام برحلاتهم والخروج من مركباتهم .

برج الأسد LEO

البرج الخامس من فلك البروج

برج الثور TAURUS

البرج الثاني من فلك البروج

برج الجدي CAPRICORNUS

البرج العاشر من فلك البروج

برج الجوزاء ORION

البرج الثالث من فلك البروج

برج الحمل ARIES

البرج الأوّل من فلك البروج

برج الحوت PISCES

البرج الثاني عشر من فلك البروج

برج الدلو AQUARIUS

البرج الحادي عشر من فلك البروج

برج الرامي او القوس SAGITTARIUS

البرج التاسع من فلك البروج

برج السرطان CANCER

البرج الرابع من فلك البروج

برج السنبلة SPICA

البرج السادس من فلك البروج

برج العقرب SCORPIO

البرج الثامن من فلك البروج

برج الميزان LIBRA

البرج السابع من فلك البروج

البرق LIGHTNING

نور يلمع في السماء على أثر احتكاك كهربائي يحصل في السحاب بسببه عدم التوازن بين الغيوم أو بينها وبين الأرض .

برنامج أبولو APOLLO PROGRAMM

برنامج أمريكيّ للهبوط على سطح القمر وقد تكلل بالنجاح عام ١٩٦٩ مع هبوط نيل ارمسترونغ وادوين ألدرين .

البروتون PROTON

جسيم ماديّ ذو شحنة موجبة يشكّل نواة ذرّة الهيدروجين . وهو مع النيوترون أحد عنصري نوى جميع الذرّات .

بروكسيا PROXIMA

نجم قزم احمر قريب من الظلمان ويدعى ايضاً قريب الظلمان وهو اقرب نجم الى الارض اذ يقع على مسافة ٤,٣ سنوات ضوئية فقط .

البصريّات OPTICS

فرع من الطبيعيّات يبحث في الضوء وقوانينه .

البصريات الإلكترونيّة

ELECTRON OPTICS

فرع من الإلكترونيّات يبحث في خصائص شعاعات الإلكترونات المجانسة لخصائص أشعّة الضوء .

البطين BOTEIN

نجم في برج الحمل . والبطين عند العرب هو المنزل الثاني من منازل القمر .

البقّار BOOTES

أنظر العوّاء .

البلازما PLASMA

في الفيزياء : مادّة عالية التأين فيها أعداد متساوية من النويّات الذرّيّة المؤيّنة والإلكترونات الطليقة .

البلانيتاريوم PLANETARIUM

جهاز يظهر حركات الشمس والقمر والكواكب السيّارة والنجوم بتسليط النور على داخل قبّة .

البلانيسفير PLANISPHERE

خريطة تظهر في مستوٍ واحد نصفي الكرة السماويّة أو الأرضيّة .

البلسار PULSAR

في علم الفلك : نجم نيوترونيّ أصغر من الأقزام البيضاء وأكثر منها كثافة يتكوّن في قلب سديم ناجم عن انفجار متجدّد أعظم .

البلّيستيكا BALLISTISC

هو علم المقذافية فاطلبه .

بنات نعش EPSILON, ZETA, ETA, GAMMA URSAE MAJORIS

نجوم في الدبّ الأكبر هي إبسيلون وزيتا وإيتا وغمّا .

البؤرة FOCUS

في الفيزياء : النقطة التي تلتقي فيها ألاشعّة المتوازية بعد انعكاسها أو انكسارها .

- في علم البصريّات : مركز تجمّع الضوء بعد مروره من خلال عدسة .

البوصلة COMPASS

آلة تتألف من ميناء ومن إبرة ممغنطة تتحرّك فوقه على محور وتشير دائما إلى اتّجاه الشمال .

بوصلة الملاّح PYXIS

كوكبة صغيرة مولّدة في نصف الكرة السماويّة الجنوبي فوق كوكبة السفينة .

بيت الجيز ،بيت العجوز BETELGEUSE

أنظر منكب الجوزاء .

بيتا BETA

الحرف الثاني من الأبجديّة اليونانيّة وفي علم الفلك يشير عادة إلى النجم الثاني في كوكبة من حيث تألّقه .

بيتا الأسد BETA LEONIS

نجم هو ذنب الأسد ويدعى أيضاً الصرفة لانصراف البرد عند سقوطه في الغرب بالغدوات وانصراف الحرّ عند طلوعه من تحت شعاع الشمس بالغدوات .

بيتا الدبّ الأكبر BETA CANIS MAJORIS

نجم هو المراق أو طرف الدبّ الأكبر .

بيتا الدجاجة BETA CYGNI

نجم هو منقار الدجاجة .

بيتا الكلب الأصغر

BETA CANIS MINORIS

نجم هو الغميصاء ومرزم الغميصاء .

بيتا المرأة المسلسلة

BETA ANDROMEDAE

نجم هو جنب المسلسلة ويقال له أيضاً المراق وبطن الحوت والمئزر والرشا .

بيتا النسر BETA AQUILAE

نجم هو الشاهين وعنق الغراب .

بيتا نعيم BETA CRUXIS

في علم الفلك : نجم في كوكبة الصليب الجنوبيّ أو نعيم قدره ١,٣ وهو نجم شديد التألّق من نوع ب .

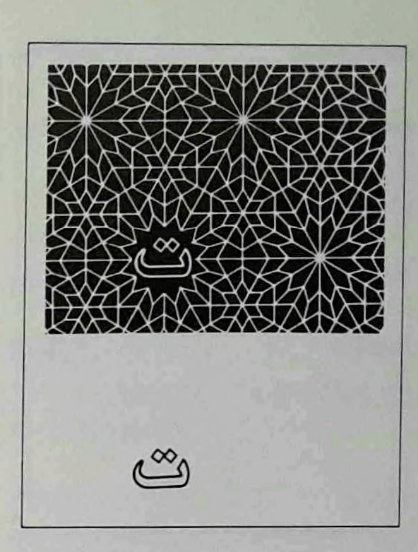
بيتا النهر BETA ERIDANI

نجم هو كرسي الجوزاء المتقدّم

البَيض BEID

عند العرب نجوم في النهر وعند الافرنج نجم واحد هو و، النهر





التابع SATELLITE

في علم الفلك : كوكب يدور حول سيّار وفاقا لقوانين كبلر .

تأجّج الشمس SOLAR FLARE

ظاهرة شمسيّة تسبّب انبعاث الأشعّة فوق البنفسجيّة والانبعاث الجسيميّ في المنطقة المحيطة بالشمس وهي تؤثّر على تكوين الإيونوسفير وتتداخل مع المواصلات الرادوية .

التأكّل EROSION

انفلات بعض المواد من التضاريس بفعل عوامل خارجية كالهواء والماء وما اشبه .

التأيّن IONIZATION

تكوّن إيونات عن طريق تفكيك جزيئات أو عن طريق انتزاع إلكترونات من ذرّات أو من تجمّع ذرّات .

تباين سيّار ELONGATION

الزاوية الحادثة عند مركز الأرض بين خطّين مرسومين أحدهما من مركز السيّار والآخر من مركز الشمس .

التبخر EVAPORATION

في الفيزياء : تحوّل بطيء لسائل إلى بخار .

التجاذب التثاقلي GRAVITATIONAL ATTRACTION

التجاذب الذي يؤمّن لكل جسم ثقله محاولاً دفعه باتّجاه مركز الأرض والذي يحفظ السيّارات حول الشمس .

التحات CORROSION

في علم طبقات الأرض : بلى الصخور بفعل الرياح والمياه .

التحليل الطيفيّ SPECTRAL ANALYSIS

في الفيزياء : عمليّة دراسة الأطياف لمعرفة نوع المادة التي يدرس طيفها .

التداخل INTERFERENCE

ظاهرة تحدث في الصوتيّات والبصريّات بنوع خاصّ عند تراكب موجات لها تواتر واحد .

تراجعيّ RETROGRADE

في علم الفلك : متحرّك في اتّجاه مضادّ للاتّجاه المألوف عند الأجرام المماثلة .

التربيع QUADRATURE

في الهندسة : ايجاد المربّع المساوي في المساحة لسطح معيّن .

- في علم الفلك : وضع السيّار المتعامد مع الخط الواصل بين الشمس والأرض .

الترجاف PERTURBATION

في علم الفلك : اضطراب الجرم السماويّ في حركته المداريّة بسبب من قوّة غير تلك التي تسبّب دورانه النظاميّ .

الترجُّح OSCILLATION

في الفيزياء : حركة جسم ينتقل دوريّاً في اتّجاه وفي الاتّجاه المقابل مارّاً دائماً في الأوضاع ذاتها .

الترجُّح القمري LIBRATION

تمايل القمر حول محوره مما يجعل القسم المرئي منه اكبر من القسم غير المرئي .

التردّد او التواتر FREQUENCY

في الفيزياء : مقـدار تكرار الحـركة أو عدد الاهتزازات أو الموجات أو الدورات في الثانية .

تريتون TRITON

أحد تابعي نبتون حجمه يفوق حجم القمر ومداره دائري يسير باتجاه تراجعيّ .

التسارع ACCELERATION

في الميكانيكا : التسارع هو تغير سرعة جسم متحـرّك في اتجـاه ما في وقت معـينّ ، ويزداد التسـارع بازدياد القـوّة المؤثـرة على الجسـم المتحرّك .

تشتّت الضوء DISPERSION OF LIGHT

في الفيزياء : تفـكك حزمـة ضوئية مركّبـة إلى اشعتها المختلفة .

التشويهيّة DIASTROPHISM

في الجيولوجيا : عمليّة التشويه التي تغيّر شكل القشرة الأرضيّة محدثـة القـارّات والجبـال والتضاريس المختلفة .

التصعّد او الحمل الحراري CONVECTION

في الفيزياء : انتقال الحـرارة بالحمـل في اتجّـاه رأسي .

التعاظم ACCRETION

ازدياد النموّ الداخليّ العضويّ بواسطة إضافات خارجيّة تدريجيّة .

تغيُّر أديابيتيّ ADIABETIC CHANGE

تغـيُّر يلحـق المادّة دون أن يحـدث أي انتقـال للحرارة منها أو إليها .

التفلور او الاستشعاع FLUORESCENCE

في الفيزياء : مقـدرة بعض الاجسـام على بث الضوء عندما تتلقّى اشعاعاً من مصدر آخر قد يكون غير مرئي كاشعـة ما فوق البنفسجي او الاشعة السينية .

تقدّم الاعتدالين PRECESSION OF EQUINOXES

تقدّم سنويّ لموعد الاعتدال يحدثه تقهقر النقطة الاعتدالية نتيجة مباشرة لحركة تقدّم محور دوران الأرض في الفضاء .

التقزّح DISPERSION

في البصريّات : استحالـة الضـوء الأبيض إلى الأضواء ذات الألوان المتدرّجـة من الحمـرة إلى البنفسجيّـة بواسطة موشور من الزجاج .

تقطيب الضوء POLARIZATION OF LIGHT

الضوء العاديّ يتكوّن من ذبذبات كهربيّة (ك) وأخرى مغنطيسيّة (م) تحدث في جميع المستويات التي تشمـل الشعـاع . هذه الذبذبـات تكون متعامدة مع مسار الضوء بمعنـى أن الضـوء هو حركة موجيّة مستعرضـة . تكون الذبذبـة (م) المرافقة لكل ذبذبة (ك) متعامدة معها . وعلى هذا ففي الضوء المقطّب تكون الذبذبـات (ك) في مستوٍ واحد يسمّى مستوي التذبذب ومن ثمّ فإن الذبذبات (م) تقع أيضاً في مستو واحد . والمستوي العمـوديّ على هذا المستـوي يُسمّى مستوي التقطيب .

التكتيت TEKTITE

في علم طبقات الأرض : جسم زجاجيّ لعلّه من أصل نيزكيّ يكثر وجوده في تشيكو سلوفاكيا وإندونيسيا وأستراليا وفي مناطق أخرى كجزائر الفيليبين .

التكيون TACHYON

في الفيزياء : جسيمات يفترض أنّ سرعتها تفوق سرعـة الضـوء (٣٠٠ ٠٠٠ كلـم في الثـانية) ولكن لم يعثر عليها بعد .

التلألؤ TWINKLING

التغيّرات السريعة في لمعان النجوم وفي ألوانها لا سيماً ما هو على ارتفاعات منخفضة فوق الأفـق وذلك بسبب ظروف الرؤية .

تلستار او المرحَل TELESTAR

مرحَـل تلفيزيونـيّ فضائـيّ يتلقّـى الإذاعـات التلفزيونيّة وينقلها بقوّة أعظم وبذلك يضاعف المسافة التي تنقل عبرها .

التلسكوب TELESCOPIUM

كوكبة صغيرة مولّدة تقع في النصف الجنوبيّ من الكرة السماويّة .

التلسكوب TELESCOPE

كل أداة معدّة لمراقبة الأشياء البعيدة . ويطلق اليوم هذا الاسم حصراً على الآلات البصريّة التي تستخدم في الأرصاد الفلكيّة والتي تكون فيها الشيئيّة مرآة مقعّرة .

التلسكوب الاشعاعي

RADIO TELESCOPE

في علم الفلك : آلة التقاط تستعمل في دراسة الكواكب بالاستناد إلى الموجات الكهرطيسيّة المنبثقة منها .

التلفيزيون TELEVISION

جهاز تنقل إليه الصور عن بعد بواسطة تيّارات كهربائيّة أو موجات هرتزيّة .

التلوّث POLLUTION

في علم البيئة : أتساخ البيئة بموادّ سامّة أو بأوساخ تنتشر في الهواء وفي الماء وتنجم عنها أمراض عدّة تصيب الإنسان والحيوان والنبات .

التليمتر TELEMETER

آلة تقاس بواسطتها المسافة بين مراقب ونقطة بعيدة عنه يراقبها .

التمّ CYGNUS

كوكبة شمالية في المجرّة هي الدجاجة . اطلبها .

التمثيل الضوئيّ PHOTOSYNTHESIS

تحوّل يحدث في الخلايا اليخضوريّة للنباتات الخضراء عندما يقع عليها الضوء فتحصل عنه موادّ غذائيّة معقّدة من نشوات وبروتينات وغيرها .

التنافر REPULSION

في الفيزياء : نتيجة القوى التي تعمل على إبعاد جسم عن جسم آخر .

التنجيم ASTROLOGY

علم قديم مختصّ بدراسة تأثير البروج على مصير الإنسان

التنّين DRACO

كوكبة جنوبيّة بشكل أفعى رأسها تحت رجلي الجاثي وذنبها بين الدبّ الأكبر والدبّ الأصغر ومن اسمائها الشجاع والحيّة . اهم نجومها :

ألفا التّنين : الذئب أو الذيخ او الثُّعبان

بيتا التنينّ : رأس الثعبان وهو أحد العوائذ .

غماّ التّنين : رأس التّنين

دلتا التّنين : التيس

لمبدا التّنين : ذنب التنين

زينا التّنين : الذيخ

يوتا التّنين : الذئبة

أوميغا التّنين : الذئب

كسي التّنين : أخفى العوائذ

ج التّنين : المعار

سيغما التّنين : أحد الأثافيّ

مو التّنين : الراقص

بيتا وغماّ ومو ونو وكسي التّنين : العوائذ

زيتا وإيتا التّنين : الذئبان

ف و أوميغا التّنين : العوهقان

سيغما وتاو وإوبسيلون التنين : الأثافيّ

بيتا وغماّ وكسي التّنين : الصليب الواقع

دلتا وبي ورو وإبسيلون التّنين : التيس .

التواتر او التردد FREQUENCY

في الفيزياء : مقدار تكرار الحركة او عدد الاهتزازات او الذبذبات او الموجات او الدورات في الثانية .

التوأمان GEMINI

كوكبة في منطقة البروج صوّرها المصريّون بصورة جديين فجعلها اليونان بصورة ولدين توأمين وصوّرها العرب أحياناً بصورة طاووسين . وتتميّز هذه الكوكبة بنجميها الرئيسيّين رأس هرقل ورأس أفلّون من

القدرين ١,٢ و ١,٦ . والتوأمـان أيضـاً برج من فلك البروج هو الثالث ، أمّا كوكبة البروج فتتطابق اليوم مع فلك السرطـان حيث تدخـل الشمس في المنقلب الصيفيّ . اهم نجومها :

ألفا التوأمين : رأس أفلّـون أو رأس التوأمـين المقدّم .

بيتا التوأمـين : رأس هرقـل أو رأس التوأمـين المؤخّر وثاني الذراع ورأس الجوزاء .

ألفا وبيتا التوأمين : الذراع والذراع المبسوطـة وهو المنزل السابع من منازل القمر .

غماً التوأمين : الهنعة وهي المنزل الســادس من منازل القمر .

دلتا التوأمين : وسط السماء .

إبسيلون التوأمين : ذراع الأسد المبسوطة .

زيتا التوأمين : ذراع الأسد المقبوضة .

أيتا التوأمين : الرجل المتقدّمة .

توهج الشمس SOLAR FLARE

هو تأجج الشمس . اطلبه .

التوجيه GUIDANCE

التأثير على قذيفة أو مركبة لتحريكهـا في اتجّـاه مطلوب بواسطة شخص في داخلها أو بواسطة جهاز آليّ داخلها يستجيب تلقائيّاً للظـروف أو بواسطـة جهـاز داخلهـا يـستجيب للإشـارات الصادرة إليه من الخارج .

تيتان TITAN

أحد توابع زحل اكتشفه كريستيان هويغنس عام ١٦٥٥ ، يدور تيتـان حول زحـل على مسافـة ١٢٢٠ ألف كيلومتر في مدار دائريّ وتبلغ مدّة دورانه المحـوريّ ١٥ يومـاً و ٢٢ سـاعـة و ٣٠ دقيقة ويقدّر قطره بـ ٤٨٠٠ كلم فهـو أضخـم من القمر ويقرب حجمه من حجم عطارد .

تيتانيا TITANIA

إحد توابع أورانوس البالغ قطره حوالى ١٨٠٠ كلم .

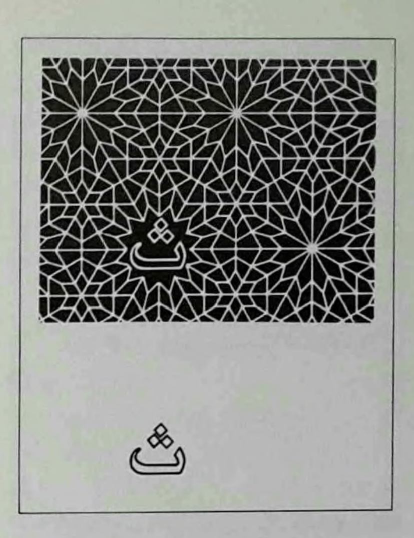
تيثيس TETHYS

أحد توابع زحل الصغرى وهو كناية عن كتلـة ضخمة من الجليد يبلـغ قطرهـا حوالى ١٠٠٠ كيلومتر .

تيروس TIROS

برنامج للأقمار الاصطناعيّة الخاصّـة بالأرصـاد الجوّية التابعة لهيئـة ناسـا الأمـريكيّة . أطلـق تيروس الأوّل في أوّل أبريل عام ١٩٦٠ والثاني في ٢٣ نوفمبر عام ١٩٦٠ والثالث في ١٢ يوليو عام ١٩٦١ ومـا تزال جميعهـا في مدارهـا حول الأرض .





الثابت الشمسي SOLAR CONSTANT

مقدار الحرارة الشمسيّة الواقع عادة على الطبقة الخارجيّة من جوّ الأرض والبالغ ١,٩٤ سُعراً غراميّاً في السنتيمتر المربّع في الدقيقة .

ثاني أكسيد الكربون CARBON DIOXIDE

في الكيمياء : غاز ناجم عن اتّحاد الكربون بالاكسيجين وهو موجود في الهواء ويوجد ذائباً في الماء .

الثانية SECOND

جزء من ستين جزء من الدقيقة الزمنيّة أو من الزاوية أو القوس .

الثريّا PLEIADES

في علم الفلك : مجموعة من ستة نجوم ساطعة ونجم لا يرى بالعين المجرّدة في كوكبة الثور . وتقول الأسطورة إن بنات أطلس السبع حوّلن إلى هذه المجموعة من النجوم .

الثعبان HYDRA

كوكبة جنوبيّة ممتدّة على مساحة واسعة . نجمها الرئيسي ألفا الثعبان يُسمّى الفرد وقدره ٢,٢ .

ثعبان البحر HYDRUS

كوكبة جنوبيّة قرب القطب الجنوبيّ بين الساعة والثمن . ومن أسمائها الشجاع الصغير وحيّة الماء .

الثعلب والوزة VULPECULA

كوكبة شماليّة مولّدة بين الدلفين والنسر والدجاجة .

الثقل النوعيّ SPECIFIC GRAVITY

في الفيزياء : نسبة وزن جسم الى وزن حجم من الماء يساوي حجمه إذا كان الجسم جامداً أو سائلاً أو الى وزن حجم من الهواء مساوٍ لحجمه إذا كان غازاً .

الثمن OCTANS

صورة جنوبيّة مولّدة تحتوي على القطب الجنوبيّ ذاته وتقع فوق الطاووس والهنديّ .

ثنائيّ BINARY

في علم الفلك : يقال عن النجوم المزدوجة إذا كانت مؤلّفة من نجمين يدور أحدهما حول الآخر أو يدوران معاً حول مركز ثقل مشترك .

الثور TAURUS

كوكبة في فلك البروج بين الحمل والتوأمين غنيّة بالنجوم وفيها مجموعتا الثريّا والقلائص اللتان تريان بالعين المجرّدة . والثور هو البرج الثاني من فلك البروج وتحلّه اليوم كوكبة الحمل بسبب مبادرة الاعتدالين . اهم نجومها :

ألفا الثور : الدبران ومن أسمائه عين الثور وتالي النجم والفنيق والنطح والناطح وسائق الثريّا .

بيتا الثور : قرن الثور الشماليّ

غماً الثور : أوّل الدبران

دلتا الثور : القلاص

إيتا الثور : عقد الثريّا والجوز وثور الثريّا .

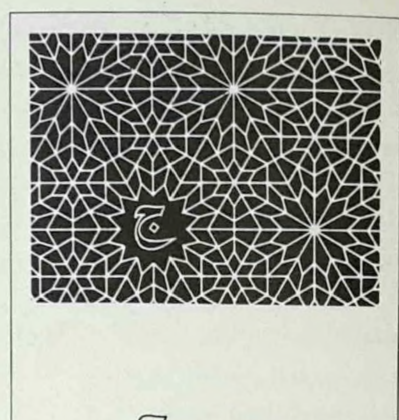
كبّا وأوبسيلون الثور : الكلبان

خي وأوبسيلون الثور : الضّيقة

بسي وفي وكبّا الثور : الفردوس

الثوران ERUPTION

قذف لموادّ من داخل الأرض إلى سطحها .



ج

الجاثي HERCULE

كوكبة شمالّية يحدّها شمالاً التّنين وشرقاً النسر الواقع وجنوباً الحوّاء وغرباً الحيّة والإكليل الشماليّ . وهي صورة تمثّل رجلاً جاثياً على ركبته اليمنى وبيده اليمنى هراوة . وهذه الكوكبة يسير إليها كلّ النظام الشمسي . اهم نجومها :

ألفا الجاثي : رأس الجاثي وكلب الراعي

بيتا الجاثي : حامل الهراوة

كبّا الجاثي : المرفق

لمبدا الجاثي : المعصم

يوتا الجاثي : النسق

جاذبيّة الصفر ZERO GRAVITY

هي انعدام الوزن .

الجاذبيّة العامّة UNIVERSAL GRAVITY

ظاهرة عامّة جاء نيوتن بنظريّتها عام ١٦٨٧ لتفسير جاذبيّة الأرض ولتفسير قوانين كبلر المتعلّقة بحركات السيّارات الشمسيّة . فإذا أخذنا نقطتين مادّيتين كتلتاهما ك وكَ تفصل بينهما مسافة م فإنّهما تتجاذبان بقوّة ق = م٢/ ك كَ .

الجاذبيّة النوعيّة SPECIFIC GRAVITY

في الفيزياء : نسبة وزن أيّ حجم من مادّة إلى وزن حجم مساوٍ له من مادّة أخرى تعتبر قياسيّة عند درجة حرارة ثابتة أو معيّنة . الموادّ الصلبة والسائلة تقارن عادة بالماء عند درجة حرارة ٤ مئويّة .

الجانب ALGENIB

نجم هو غماّ الفرس الأعظم ويسمّى أيضا جنب الفرس وجناح الفرس وهو أحد نجوم مربّع الفرس ويسمّى مع سرّة الفرس الفرغ المؤخّر أو الفرغ الثاني .

جانوس JANUS

أحد توابع زحل الصغرى وأقربها إلى السيّار اكتشفه أودوين دولفوس عام ١٩٦٦ . وهو كناية عن كتلة ضخمة من الجليد لا ترى إلاّ عندما تكون حلقات زحل موجّهة حرفها باتّجاه الأرض .

الجبّار PERSEUS

في علم الفلك كوكبة شماليّة تسمّى أيضاً فرساوس . اطلبها .

الجدي CAPRICORN

كوكبة في فلك البروج في نصف الكرة السماويّة الجنوبيّ فيها نجمان من القدر الثالث هما بيتا ودلتا . ونجمها ألفا مزدوج قدر أحد النجمين اللذين يتألف منهما ٣,٨ وقدر الثاني ٤,٥ .

ألفا الجدي : الجدي

بيتا الجدي : الذابح

غماّ الجدي : الناشرة

دلتا الجدي : ذنب الجدي

الفا وبيتا الجدي : سعد الذابح وهو المنزل الثاني والعشرون من منازل القمر

غماّ ودلتا الجدي : المحبّان

نو الجدي : الشاة

الجذب السمتيّ ZENITAL ATTRACTIPN

الرفع الظاهريّ لزاوية ارتفاع نجم نتيجة

لانكسار الضوء في الغلاف الجوّيّ .

الجزيء MOLECULE

في الكيمياء أصغر جزء مستقلّ من المادّة يمكن أن يوجد محتفظاً بالخواصّ الكيميائيّة لهذه المادّة التي هو جزء منها .

الجزيرة المرجانيّة CORAL ATOLL

جزيرة صغيرة في البحار المداريّة تتألف من المرجان وتشكّل عادة حلقة في وسطها بحيرة صغيرة تسمّى لاغون .

الجسيم PARTICLE

في الفيزياء : كلّ من مقوّمات الذرّة (إلكترونات وبروتونات ونيوترونات وسواها) .

الجغرافيا GEOGRAPHY

علم يبحث في وصف الشكل الحالي الطبيعيّ والبشري لسطح الأرض وتفسيره .

الجغرافيا التشكيليّة GEOMORPHOLOGY

فرع من الجغرافيا يعنى بوصف تضاريس الكرة الأرضيّة الحاليّة وتفسيرها بالاستناد إلى تطوّرها وهي تقسم إلى جغرافية مناخيّة تحلّل تأثير المناخ على تطوّر أشكال التضاريس وجغرافية بنيويّة تبرز تأثير البنية الجيولوجية .

الجلاء او الضياء LUMINOSITY

في علم الفلك : المقدار النسبي لضيائيّة النجم دون أخذ بعده بعين الاعتبار .

الجمد السرمديّ PERMAFROST

طبقة متجلّدة باستمرار على أعماق متفاوتة تحت سطح الأرض أو المرّيخ أو غيره من السيّارات .

جنب الفرس ALGENIB

ويسمىّ أيضاً جناح الفرس وهو بيتا الفرس الأعظم أحد نجوم مربّع الفرس ويسمىّ مع سرّة القوس الفرغ المؤخّر أو الفرغ الثاني .

جنب المسلسلة BETA ANDROMEDAE

وتدعى ايضاً المراق Mirach والمزار Mizar والرشا Alrisha

الجهات الأصليّة

في الجغرافيا : أربع جهات هي الشرق والغرب والشمال والجنوب .

جهاز قياديّ CONTROL SYSTEM

جهاز في القذيفة يؤمّن لها وضعاً مستقرّاً خلال الطيران الذي تعمل فيه محرّكاتها ويصحّح الانحرافات التي يسبّبها الهواء أو أيّ اضطراب آخر .

الجبهة ALGEIBA

نجم هو غماً الأسد وهو واحد من أربعة نجوم هي ألفا وغماً وإيتا وزيتا الأسد وهي المنزلة العاشرة من منازل القمر .

الجوّ ATMOSPHERE

كتلة الهواء التي تحيط بالأرض

في الفيزياء : وحدة الضغط وتساوي وزن عمود اسطوانيّ من الزئبق ارتفاعه ٧٦ سنتيمتراً بمستوى سطح البحر .

الجوّ المتجانس HOMOSPHERE

جوّ تكون فيه نسب الغازات متماثلة مع ما هي عليه في مستوى سطح البحر .

الجؤجؤ CARINA

إحدى كوكبات مجموعة كوكبة السفينة في نصف الكرة السماويّة الشماليّ تحتوي على سهيل وهو النجم الثاني في السماء من حيث الجلاء بعد الشعرى اليمانيّة .

الجوزاء ORION

كوكبة في المنطقة الاستوائيّة تعتبر من أجمل كوكبات السماء في ليالي الشتاء . يرى منها بالعين المجرّدة سبعة نجوم أربعة منها (هي منكب الجوزاء متغيّر يتأرجح قدره بين ٠,٤ و ١,٣ لونه أحمر ورجل الجبّار قدره ٠,٣ ولونه أبيض والناجذ والسيف) تشكّل مربّعاً . أمّا الثلاثة الباقية فتعرف بنطاق الجوزاء . فوق النطاق يشاهد شريط مضيء هو سيف الجوزاء وبالقرب منه سديم الجوزاء وهو نموذج للسدم

المجرّية ذات أشعّة البثّ وهذه الكوكبة تسمّى أيضاً بالجبّار وهكذا جاء ذكرها في التوراة : « الذي صنع الثريّا والجبّار ويحوّل ظلّ الموت صبحاً » . والكوكبة على هيئة رجل قائم في ناحية الجنوب عند دائرة البروج بيده اليمنى هراوة وبيده اليسرى ترس وعلى وسطه سيف .

ألفا الجوزاء : منكب الجوزاء

بيتا الجوزاء : رجل الجوزاء اليسرى

غماّ الجوزاء : الناجز

دلتا الجوزاء : المنطقة

إبسيلون الجوزاء : النظام

زيتا الجوزاء : النطاق

إيتا الجوزاء : سيف الجبّار

يوتا الجوزاء : نيّر السيف

كبّا الجوزاء : رجل الجوزاء اليمنى

لمبدا الجوزاء : الميسان

دلتا ولمبدا وزيتا الجوزاء : نطاق الجوزاء

يوتا وثيتا وأوبسيلون الجوزاء : سيف الجوزاء أو سيف الجبّار

ألفا وغماّ ودلتا وكبّا الجوزاء : جمال أو إبل راعي الجوزاء

ألفا وبيتا الجوزاء : راعي الجوزاء

ألفا وغماّ الجوزاء : الناجد

جونو JUNO

أحد الكويكبات الصغرى الموجودة في الفجوة الواقعة بين المرّيخ والمشتري اكتشفته مجموعة من علماء الفلك الألمان بزعامة يوهان شروتر والبارون فون زاخ .

الجوهر الفرد او الذرّة ATOM

في الكيمياء : الذرّة وهي أصغر جزء من عنصر كيميائيّ يمكن أن يدخل في تفاعل . وتتكوّن الذرّة من نواة تتألّف من نيوترونات وبروتونات ومن الكترونات تدور حول النواة .

الجيروسكوب GYROSCOPE

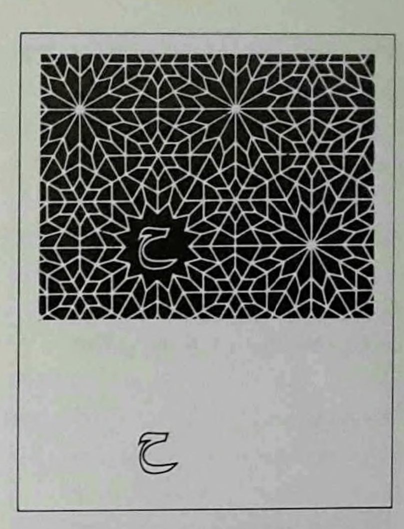
جهاز يتكوّن من عجلة مركّبة بحيث يكون محور دورانها حرّاً ليتحرّك حول كلٍّ من محورين عموديّين عليه وعموديّين أحدهما على الآخر . وعلى هذا تكون العجلة حرّة الحركة في جميع الاتّجاهات فإذا ما دارت يأخذ محورها اتّجاهاً ثابتاً حتى ولو كانت الأرض تدور تحتها . وعندما يصوّب محورها باتّجاه الشمال يعمل الجهاز كبوصلة جيرو .

الجيولوجيا GEOLOGY

علم طبقات الأرض .

في علم الفلك : دراسة المادّة الصلبة في جرم سماويّ كالقمر .





الحادي أو الحاذي CAPELLA

نجم في كوكبة العنّاز هو العَيوق : اطلبه .

حارس السماء أو حارس السماك الرامح أو حارس الشمال BOOTES

أنظر العوّاء .

الحاسبة الإلكترونيّة COMPUTER

آلة إلكترونيّة تقوم بعمليات حسابيّة سريعة .

الحاشدة الشمسيّة SOLAR BATTERY

في الكهرباء : أداة لتحويل الطاقة الشمسيّة إلى طاقة كهربائيّة .

الحبيبة GRANULE

في الفيزياء : اسم يطلق على الجسيمات التي يقلّ حجمها عن الميكرون وتكون عادة مكهربة وخاضعَة للحركة البَرونيّة .

الحجر الجوّيّ AEROLITE

كتلة معدنيّة تهبط من الفضاء على الأرض .

الحجر النيزكيّ او الرجم METEORITE

كتلة حجريّة يتراوح وزنها بين بضعة سنتيغرامات وعدة أطنان تأتي من الفضاء وتسقط على سطح الأرض محدثة أحياناً ظاهرة ضوئيّة عند دخولها في الجوّ الأرضي .

الحجم الحرج CRITICAL VOLUME

في الفيزياء : الحجم الذي يشغلهُ غرام واحد من المادّة عند درجة الحرارة الحرجة وتحت الضغط الحرج .

الحدور المغنطيسّي DECLINATION

في الفيزياء : الزاوية المتشكّلة بين خط اتجاه الإبرة المغنطيسّية والشمال الجغرافي الحقيقي .

الحديد IRON

عنصر كيميائيّ رمزه (ح) ووزنه الذرّي ٥٥,٨٥٧ . وهو معدن صلب يعرف الشديد منه بالذكر والمطاوع بالأنثى ، وهو أكثر المعادن استعمالاً في الصناعة .

الحرارة TEMPERATURE

في الفيزياء : مقدار فيزيائي يمّيز بطريقة موضوعيّة الشعور بالسخونة أو البرودة الناجمتين عن ملامسة جسم ما .

الحرارة الحرجة CRITICAL TEMPERATURE

في الفيزياء : درجة الحرارة التي لا يمكن لغاز عند درجة أعلى منها أن يتحوّل إلى سائل بواسطة الضغط وحده مهما كان .

الحرباء CHAMAELION

كوكبة صغيرة مولّدة في نصف الكرة السماويّة الجنوبيّ بين القطب والسفينة ، أسطع نجومها من القدر الرابع .

حركة تراجعيّة RETROGRADE MOTION

في علم الفلك : حركة جرم سماويّ في اتجاه مضادّ للاتّجاه المألوف عند الأجرام المماثلة .

الحزمة COMA BERENICES

كوكبة شماليّة هي الذؤابة . اطلبها .

الحضيض الشمسيّ PERIHELION

في علم الفلك : أقرب نقطة في مدار كوكب سيّار أو أيّ جرم سماويّ آخر إلى الشمس .

الحضيض القمريّ PERIGEE

في علم الفلك : أقرب نقطة في مدار القمر إلى الأرض .

الحظيرة ASINUS BOREALIS

نجم في كوكبة السرطان هو إبسيلون السرطان ومن أسمائه الحمار الشمالي والنثرة والمعلف واللهاة .

حلّة الفضاء او البذلة الفضائية SPECESUIT

حلّة ضغط صمّمت لتلبس في الفضاء أو على ارتفاعات في الغلاف الجوّيّ يقلّ فيها الضغط وهي تمكّن لابسها من الاستغناء عن غرفة حفظ الضغط .

حلقات زحل SATURN'S RINGS

حلقات ثلاث متّحدة المركز ترى حول زحل ويحتمل أن تكون بقايا تابع تحطّم .

الحلقة

آلة فلكيّة قديمة لتعيين الاعتدال والانقلاب .

الحلقة الماسيّة DIAMOND RING

في علم الفلك : حلقة متألّقة تظهر على قرص الشمس مباشرة قبل كسوف كامل أو بعده ولا تدوم إلاّ بضع ثوان . وقد التقطت صورة فوتوغرافيّة لهذه الحلقة في الحادي والعشرين من شهر تشرين الثاني (نوفمبر) عام ١٩٦٦ .

الحمار الشماليّ

ASELLUS BOREALIS

نجم في كوكبة السرطان هو ابسيلون السرطان من أسمائه النثرة والمعلف والحظيرة واللهاة .

الحمامة COLUMBA

كوكبة جنوبيّة صغيرة مولّدة . قدر أسطع نجومها ٢,٨ .

ألفا الحمامة : الفاختة

بيتا الحمامة : الوزن

ألفا وبيتا الحمامة : الأغربة

ثيتا وكبّا الحمامة : القدور

الحمَل ARIES

كوكبة في نصف الكرة السماويّة الجنوبيّ تقع في منطقة البروج وهي على هيئة خروف ملتفت إلى الوراء ووجهه إلى ظهره وله قرنان كالكبش .

الحمْل الحراريّ او التصعّد CONVECTION

في الفيزياء : انتقال الحرارة من جزء من السائل أو الغاز إلى جزء آخر ، كأن يتمّ ذلك عن طريق ارتفاع الجزء الحار وهبوط الجزء البارد .

الحمم LAVA

موادّ تقذفها البراكين في حالة سائلة أو لزجة ثمّ تتجمّد على سطح الأرض .

الحوّاء OPHIUCHUS

كوكبة استوائيّة متشابكة مع كوكبة الحيّة بين العقرب والرامي من جهة والجاثي من جهة ثانية . وهي صورة رجل قائم وقد قبض بيديه على حيّة رأسه يصل إلى رأس الجاثي وقدمه اليسرى على العقرب والحيّة رأسها تحت الإكليل الشماليّ وذنبها يصل إلى كوكبة العقاب وقد قبض عليها بيديه وأمرّها بين فخذيه . أهم نجومها :

ألفا الحوّاء : رأس الحوّاء

بيتا الحوّاء : كلب الراعي

دلتا الحوّاء : المقدّم في يد الحوّاء اليسرى

ابسيلون الحوّاء : المؤخّر في يد الحوّاء اليسرى

إيتا الحوّاء : السابق الثاني موضعه في الركبة اليمنى

لمبدا الحوّاء : المرفق

الحوت PISCES

كوكبة في فلك البروج لا تحتوي على نجوم فوق القدر الرابع . والحوت هو البرج الثاني عشر و يظهر بصورة سمكتين مربوطتين بذنبيهما والحوتان حوت شماليّ وحوت جنوبيّ وسمّي الأوّل بالحوت المقدّم والثاني بالحوت المؤخّر .

ألفا الحوت : الرشا

بيتا الحوت : فم السمكة

الحوت الجنوبيّ

PISCIS AUSTRINUS

كوكبة جنوبيّة نجمها الرئيسيّ فم الحوت وقدره ١,٣ .

الحوض COMA BERENICES

كوكبة شمالية هي الذؤابة . اطلبها .

الحيرُ CUMULUS

سحاب مؤلّف من عناقيد نجوم مدوّرة ذات قاعدة مسطّحة .

الحيّة SERPENS

كوكبة استوائيّة ترسمها نجوم جميلة منتشرة على مساحة واسعة في السماء وتلاحظ فيها منطقتان يفصل بينهما جزء من كوكبة الحوّاء وهما رأس الحيّة وذنب الحيّة ولكنّهما في الواقع كوكبتان منفصلتان .

ألفا الحيّة : عنق الحيّة

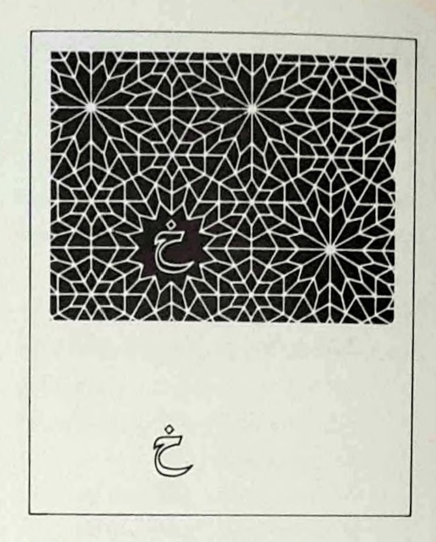
بيتا الحيّة : ابتداء النسق الشامي

دلتا الحيّة : ابتداء النسق اليمانيّ

ثيتا الحيّة : الحيّة

دلتا ولمبدا وألفا وإبسيلون الحيّة : النسق اليمانيّ





الخباء CORONA AUSTRALIS

كوكبة جنوبيّة هي الإكليل الجنوبي . اطلبه .

الخباء والخباء اليمانيّ CORVUS

كوكبة صغيرة في نصف الكرة السماويّة الجنوبي هي الغراب . اطلبه .

الخروج EMERSION

ظهور القمر وجلاؤه بعد ظلمته في الخسوف .

الخروج EGRESS

خروج السّيارين عطارد والزهرة من قرص الشمس وخروج تابع من قرص سيّار .

الخسوف ECLIPSE

في علم الفلك : ذهاب نور القمر لتوسّط الأرض بينه وبين الشمس وقد يكون جزئيّاً أو كلّياً .

الخسيف NIBOSTRATUS

طبقة من السحب الخفيفة ذات لون رماديّ داكن .

خطّ الاستواء EQUATOR

في الجغرافيا : دائرة كبيرة على سطح الكرة الأرضيّة مستويها معامد لخط القطبين وتقسم الكرة إلى نصفين متساويين .

خطّ الاستواء السماويّ

CELESTIAL EQUATOR

دائرة كبيرة في الكرة السماويّة معامدة لمحور العالم وتؤخذ معلماً للإحداثيّات الاستوائيّة .

خطّ الاستواء المغنطيسيّ

MAGNETIC EQUATOR

خطّ عدم الانحراف المغنطيسيّ ويقع قرب خطّ الاستواء الجغرافيّ ، شماله في إفريقيا والمحيط الهنديّ وجنوبه في أمريكا والمحيط الهادىء الشرقيّ .

الخطّ الجيوديسيّ GEODESIC LINE

في الرياضيّات : أقصر خطّ بين نقطتين على سطح معيّن .

خطّ الزوال الفلكيّ

CELESTIAL MERIDIAN

الدائرة العظمى في الكرة السماويّة المارّة بالسمت والقطبين السماويّين (الفلكيّين) مقابلة الأفق في نقطتين تسمّيان نقطتي الشمال والجنوب .

خطّ الزوال المغنطيسي

MAGNETIC MERIDIAN

مستو رأسيّ يمرّ باتّجاه المجال المغنطيسي للأرض أي مستو رأسيّ يمرّ بمحور البوصلة المغنطيسيّة .

الخطّ الفاصل TERMINATOR

الخطّ الذي يفصل بين الجزء المنير والجزء المظلم من قرص القمر أو قرص أيّ سيّار آخر في النظام الشمسّي .

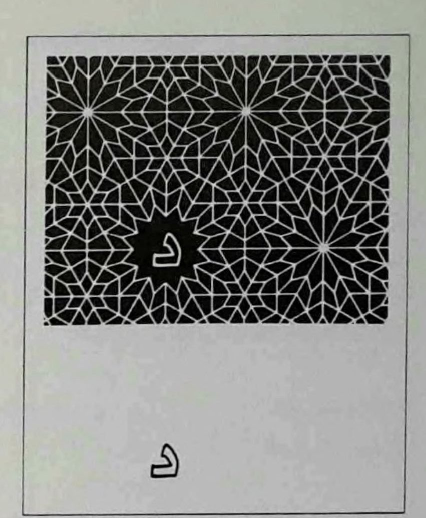
الخَطم أو الخطام

MUSCIDA

نجم هو أو ميكرون الدبّ الأكبر .

الخوّار ALCOR

نجم هو زيتا الدبّ الأكبر ملاصق لبنات نعش كان الناس يمتحنون به أبصارهم . من أسمائه أيضاً الصيدق والصيدوق .



دائرة البروج ZODIAC

دائرة وهميّة في السماء مقسّمة إلى اثني عشر جزءاً أطلق على كلّ منها اسم البرج الذي كان يعتقد أنه يخصّه ، وحسب معتقدات التنجيم القديم تؤثّر في حياة البشر وصحّتهم وأطباعهم وتتحكّم بمصيرهم .

دائرة القطب الشماليّ ARCTIC CIRCLE

دائرة صغيرة تبعد عن القطب حوالى ٢٣,٥° .

الداين DYNE

وحدة قياس للقوّة في نظام السنتيمتر غرام ثانية تساوي القوّة التي تسارع كتلة غرام واحد سنتيمترا واحداً في الثانية .

الدبّ الأصغر URSA MINOR

أقرب كوكبة إلى القطب الشماليّ وقد رسمت بصورة دبّ صغير قائم الذنب وفي طرف ذنبه نجم القطب وهو نجم يقابل قطب الأرض فلا يرى منتقلاً لذلك تسمّيه العامّة بالمسمار .

ألفا الدبّ الأصغر : نجم القطب

بيتا الدبّ الأصغر : الكوكب

غماً الدبّ الأصغر : الفرقد أو أخفى الفرقدين

دلتا الدبّ الأصغر : يلدز إبسيلون الدب الأصغر مغرز الذنب

ألفا ودلتا وابسيلون ولمبدا وبيتا وغماً وزيتا وإيتا الدب الأصغر : بنات نعش الصغرى

الدبّ الأكبر URSA MAJOR

كوكبة شماليّة عظيمة المساحة تعرف بواسطة النعش وبنات النعش وأكثر نجومها لا تغيب . والدبّ الأكبر يحتوي على مجرّة مهمّة هي م ٨١ وعلى سديم مجرّيّ هو م ٩٧ بين النجمين بيتا وغماً .

ألفا الدبّ الأكبر : الدبّة

بيتا الدبّ الأكبر : المراق

غماً الدبّ الأكبر : الفخذ

دلتا الدبّ الأكبر : المغرز

إبسيلون الدب الأكبر : الألية

زيتا الدب الأكبر : المئزر

إيتا الدبّ الأكبر : القائد

ألفا وبيتا وغماً ودلتا وابسيلون وزيتا وإيتا الدبّ الأكبر : بنات نعش الكبرى

ألفا وبيتا وغماً ودلتا الدب الأكبر : سرير بنات نعش

ألفا وبيتا الدبّ الأكبر : الدليلان لأنّهما يدلاّن على نجم القطب

الدبّة DUBHE

نجم هو ألفا الدبّ الأكبر يشكّل مع المراق الدليلين وهو الشماليّ منهما . والدّبة نجم من القدر ٢,٠ وفئة طيفه ك صفر .

الدَبران ALDEBARAN

نجم هو ألفا الثور ومعناه التابع أي تابع الثريّا وهو من القدر ١,١ وفئة طيفه ك ٥ . من أسمائه أيضاً الفاتق أي البعير الثمن وعين الثور .

دراسة شكل الأرض GEOMORPHOLOGY

فرع من الجغرافيا يعنى بدراسة كل ما يتعلّق بشكل المناطق الجغرافيّة وتضاريسها بما في ذلك المناطق التي تغمرها مياه البحار .

درب التّبانة MILKY WAY

سديم واسع يبدو منتشرا حول السماء كحزام غير منتظم في جوانبه وتواصله ، وهو المجرّة التي ينتمي اليها نظامنا الشمسي ويقال لها أيضاً درب اللّبانة .

درب اللّبانة MILKY WAY

هي درب التّبانة. اطلبها .

الدجاجة CYGNUS

كوكبة شماليّة تشكّل نجومها الرئيسيّة صليباً كبيراً مؤلّفاً من خمسة نجوم . والكوكبة تقع شرقيّ الشلياق أو النسر الواقع : عدد نجومها خمسون تقريباً أشهرها :

ألفا الدجاجة : الردف وذنب الدجاجة .

بيتا الدجاجة : منقار الدجاجة

غماً الدجاجة : صدر الدجاجة

إبسيلون الدجاجة : جناح الدجاجة

أوميغا ٣ الدجاجة : ركبة الدجاجة

بي الدجاجة : عزل الدجاجة

دلتا وغماً وإبسيلون وزيتا الدجاجة : الفوارس

دسام هوائيّ AIR LOCK

نوع من السدود الهوائيّة يمكّن من الانتقال من محيط إلى آخر عازلاً المحيطين عزلاً تامّاً .

دفعة نفثيّة JET

مجموعة الغازات الحارّة التي تندفع من مؤخّر صاروخ أو من أنبوب نفّاث .

الدفيئة GREENHOUSE

في علم الزراعة : بيت من الزجاج أو من مادّة أخرى شفّافة لزراعة النباتات الرخصة ووقايتها من البرد .

الدقيقة النجميّة SIDERAL MINUTE

الجزء الواحد من ستّين جزءاً من الساعة النجميّة .

الدُلفين DELPHINUS

كوكبة صغيرة في نصف الكرة السماويّة الشماليّ تقع جنوبيّ الدجاجة وتتألف من عشرة نجوم لا يتعدى أكثرها سطوعاً القدر الرابع .

ألفا الدلفين : ذنب الدلفين الشمالي

بيتا الدلفين : ثاني الدلفين

إبسيلون الدلفين : ذنب الدلفين

ألفا وبيتا وغماً ودلتا الدّلفين : العقود

الدّلو AQUARIUS

كوكبة هي البرج الحادي عشر من منطقة البروج وهي على هيئة إنسان قائم باسط يديه وآخذ بإحديهما كوزا مقلوباً يسكب منه الماء ، لذلك سمّي أيضاً بالساقي وبساكب الماء .

الدور الميتونيّ

METONIC CYCLE

دور قمريّ أشار إليه ميتون اليونانيّ ومدّته ١٩ سنة شمسيّة أو ٢٣٥ شهراً قمريّاً حيث يعود الهلال والبدر في نهايته إلى اليوم ذاته من السنة أي أنّ الاقتران والاستقبال يقعان في وقت واحد في مدّة كل ١٩ سنة . فاذا وقع الاقتران في اليوم الخمسين من الدور مثلاً يقع في ذلك اليوم نفسه بعد ١٩ سنة .

الدوران المحوري ROTATION

في الفيزياء : حركة جسم حول محوره (كدوران الأرض حول محورها) .

الدوران المداري

REVOLUTION

في علم الفلك : حركة جرم سماويّ على مدار حول جرم آخر

دورة CYCLE

سلسلة من الظاهرات تتعاقب في ترتيب معينّ .

في علم الفلك : حقبة تعود بعدها ظاهرات فلكيّة في الترتيب ذاته كالدورة الشمسيّة .

الدورة الاقترانيّة

SYNODIC PERIOD

في علم الفلك : متوسّط الوقت الفاصل بين وقوعين متعاقبين لسيّار في اتّجاه معاكس لموقع الشمس بالنسبة إلى الأرض .

ديموس

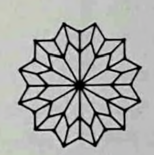
DAIMOS

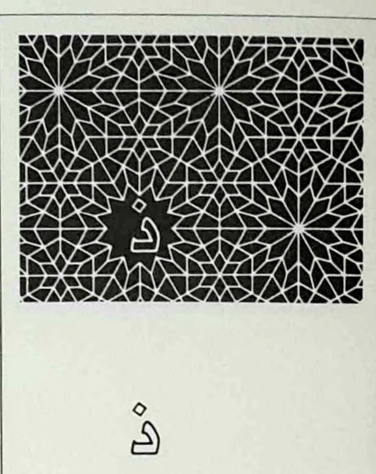
أحد تابعي المرّيخ تستغرق مدّة دورانه حول السيّار ٣ ساعات و ١٤ دقيقة ويظلّ فوق الأفق المرّيخي لمدة ٦٤ ساعة . لا يتعدّى أقصى قطر له ٢٨ كيلومتراً وقطره الأصغر ٢٠ كيلومتراً .

ديونه

DIONE

أحد توابع زحل الصغرى يأتي بالترتيب من حيث بعده عن السيّار بعد تيتان .





ذات الحلق ARMILLARY SPHERE

آلة فلكيّة قديمة مؤلّفة من كرة وحلقات معدنيّة متحرّكة ومتراكبة وهي الاسطرلاب المسطّح . والمراد بالتسطيح هنا تسطيح الكرة السماويّة مع حفظ الخطوط والدوائر المرسومة عليها .

ذات الربع

QUADRANT

أدات تستعمل في الفلك لقياس إرتفاع الأجرام السماويّة .

ذات الكرسي CASSIOPEIA

كوكبة تقع على مقربة من القطب الشماليّ فيها حوالى ثلاثين نجماً ترى بالعين المجرّدة . والكوكبة تمثّل امرأة جالسة على كرسيّ له قائمة كقائمة المنبر رأسها وبدنها في المجرّة ورجلاها على الدائرة الشماليّة .

ألفا ذات الكرسي : الصدر
بيتا ذات الكرسي : الكفّ
دلتا ذات الكرسي : الركبة
إبسيلون ذات الكرسي : الركبة
ثيتا ومو ذات الكرسي : المرفق
ثيتا ذات الكرسي : المأبض

الذّبابة MUSCA

كوكبة صغيرة مولّدة في نصف الكرة السماويّة الجنوبيّ بين رأس الغول والحمل . كانت تدعى قديماً النحلة .

الذبذبة VIBRATION

في الفيزياء : حركة دوريّة لنظام مادّي من جانب الى آخر من وضع توازنه .

الذراع CUBIT

وحدة قياس قديمة للطول تساوي عادة نحواً من ١٨ إنشاً .

الذراع المبسوطة

CASTOR AND POLLUSK

نجمان في التوأمين يشكّلان المنزل السابع من منازل القمر .

الذئب LUPUS

كوكبة جنوبيّة تقع بمحاذاة كوكبة قنطورس ليس لها شكل واضح المعالم وتدعى أيضا الأسد .

ذنب الأسد DENEBOLA

نجم هو بيتا الأسد قدره ٢,٢ وفئة طيفه أ ٢ . وقد سمّي الصرفة لانصراف البرد عند سقوطه في المغرب بالغدوّات وانصراف الحرّ عند طلوعه من تحت شعاع الشمس بالغدوّات وهو المنزل الثاني عشر من منازل القمر .

ذنب الدجاجة

DENEB

نجم هو ألفا الدجاجة قدره ١,٣ وفئة طيفه أ ٢ . يبعد عن الأرض مسافة ٦٠٠ سنة ضوئيّة .

الذؤابة

COMA BERENICES

كوكبة صغيرة في نصف الكرة السماويّة الشماليّ تقع بين العنّاز والأسد فيها حوالى ٢٠ نجما تتراوح أقدارها بين الرابع والسادس . من أسمائها أيضا : الهُلبة أو الهَلبة والخرمة وضفيرة الأسد واللبلاب والحوض والكوّارة .

ذو الأعنّة AURIGA

في علم الفلك : كوكبة تقع بين الثريّا والدبّ الأكبر .

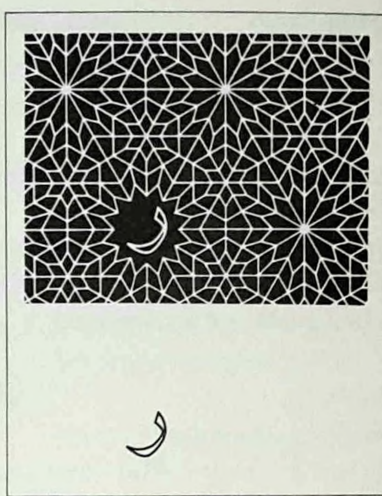
الذيخ ADIB

نجم هو ألفا التّنين سماه العرب بالذيخ وهو ذكر الضباع فاخذ الإفرنج هذا الاسم الأخير ثم تركوا الذيخ وبقيت لفظة الضباع Adiba التي أصبحت Adib .

الذيل ADHIL

نجم هو كسي المرأة المسلسلة .





راحة اليد PALM

طول الكفّ من المعصم إلى رؤوس الأصابع .

الرادار RADAR

جهاز لتحديد وجود الشيء وموقعه بواسطة أصداء الموجات الرادوية .

رادار دوبلر DOPLER RADAR

رادار يقيس سرعة جسم متحرّك بقياس التغيّر في تردّد الموجة الحاملة للإشارة العائدة . ويتناسب هذا التغيّر مع سرعة الجسم المقترب من محطّة الرادار أو المبتعد عنها .

الراديو RADIO

الإرسال والالتقاط الرادوي للنبضات والإشارات الكهربائيّة بواسطة موجات كهربائيّة .

الراديو سكوب RADIOSCOPE

في الفيزياء : مكشاف الفاعليّة الإشعاعيّة في الراديو .

الراديو متر RADIOMETER

جهاز يكشف شدّة الإشعاع الحراريّ ويقيسه ولا سيّما الإشعاع تحت الأحمر .

الراديو ميكرومتر RADIOMICROMETER

جهاز في منتهى الدّقة لقياس الإشعاع الحراريّ يتكوّن من مزدوج حراريّ مرتبط مباشرة في أنشوطة من النحاس مكوّناً بذلك ملفّاً لغلفانومتر حسّاس .

الرأس APEX

في علم الفلك : النقطة التي تتّجه إليها الشمس في مسيرها بالفضاء .

رأس الأسد RASALAS

نجم هو مو الأسد الشماليّ أمّا رأس الأسد الجنوبيّ فهو إبسيلون الأسد .

رأس افْلَون CASTOR

في علم الفلك : نجم في كوكبة التوأمين من القدر الأوّل ويسمّى أيضاً نيّر التوأمين .

رأس الثعبان RASTABAN

نجم هو بيتا التّنين أو بيتا الثعبان .

رأس الجاثي RASALGETHI

نجم هو ألفا الجاثي ويسمّى أيضاً كلب الراعي .

رأس الحوّاء RASALHAGUE

نجم هو ألفاء الحوّاء

رأس الغول ALGOL

نجم هو بيتا فرساوس وهو نجم متغيّر يتألف من نجمين أحدهما نيّر والثاني مظلم يدوران حول مركز ثقل مشترك في مدّة يومين و ١٢ ساعة . فئة طيفه ب ٨ . ويسمّى أيضاً الغول .

رأس هرقل POLLUX

في علم الفلك : نجم في كوكبة التوأمين بين القدر الأوّل والقدر الثاني ويسمّى أيضاً رأس التوأم المؤخّر .

راعي الشاء BOOTES

أنظر العوّاء .

الراقص HERCULES

كوكبة في نصف الكرة السماويّة الشمالي هي الجاثي . اطلبه . والراقص أيضاً في لسان التنين .

الرامي او القوس SAGITTARIUS

كوكبة في فلك البروج نصفها تقريباً في المجرّة في المنطقة التي يتّفق الفلكيون على اعتبارها نواة المجرّة حيث تراكم الموادّ الكونيّة يجعل جميع نجومها قليلة الضياء . والرامي هو البرج التاسع ويعرف بواسطة خمسة نجوم على هيئة قصعة منقلبة في جانب المجرّة الشرقيّ تسمّيها العامّة قصعة اللبن .

ألفا الرامي : ركبة الرامي
بيتا الرامي : عرقوب الرامي
غماً الرامي : النصل . أوّل النعائم
دلتا الرامي : مقبض القوى
إبسيلون الرامي : الجنوبيّ من النعائم الواردة
زيتا الرامي : إبط الرامي
لمبدا الرامي : راعي النعائم
نو١ ونو٢ الرامي : عين الرامي
مو١ ومو٢ الرامي : الظليمان
سيغما الرامي : أحد النعائم الصادرة
بي الرامي : البلدة
ألفا وبيتا الرامي : الصرادان
غمّا ودلتا وابسيلون وإيتا الرامي : النعائم الواردة
سيغما وزيتا وفي وخي وتاو الرامي : النعائم الصادرة
لمبدا ومو الرامي : الظليمان
تاو ونو وبسي وأوميغا وزيتا الرامي : القلادة أو القلائص
ويقال للرقعة من السماء التي ليس فيها نجوم والتي تلي النعائم « البلدة » وهي الحادي والعشرون من منازل القمر .

رانجر RANGER

برنامج هيئة ناسا الأمريكيّة لتحقيق الدوران حول القمر والنزول عليه بواسطة مركبة حاملة للأجهزة دون إنسان .

رائد الفضاء SPACEMAN

من يقوم برحلة في سفينة فضائيّة خارج الجوّ الأرضي .

الربعيّة QUADRANT

في علم الفلك : آلة لقياس الارتفاع الزاويّ .
في الرياضيّات :ربع دائرة من ٩٠° مئويّة .

الرجل RIGEL

نجم هو بيتا الجوزاء قدره ٠,٣٥ . فئة طيفه ب ٨ . من أكثر النجوم سطوعاً في السماء ومن أكثرها جلاءً ذاتيّا . يربو ضياؤه على ١٥ ٠٠٠ ضعف من ضياء الشمس .

رجل الجوزاء RIGEL

نجم هو بيتا الجوزاء ويسمّى ايضاً راعي الجوزاء . ورجل قنطورس هو ألفا قنطورس ويسمّى أيضاً الحضار ورجل العوّاء هو مو العوّاء ورجل المسلسلة هو غماً المسلسلة .

الرجم او الحجر النيزكي METEORITE

كتلة حجريّة أو معدنيّة يتراوح وزنها بين بضعة سنتيغرامات وعدّة أطنان تأتي من فضاء ما بين الكواكب وتقع على سطح الأرض محدثة في أكثر الأحيان ظاهرة ضوئية عند دخولها في الجوّ الأرضي .

الرسم المنظوريّ

PERSPECTIVE

فنّ رسم الأشياء بطريقة تحدث في النفس الانطباع عينه (من حيث الأبعاد النسبيّة والحجم . . .) الذي تحدثههي ذاتها حين ينظر إليها من نقطة معيّنة .

الرشا RISHA

نجم هو بطن الحوت وهو المنزل الثامن والعشرون من منازل القمر .

رصيف الفضاء SPACE PLATFORM

بناء يتمركز عادة مع الأرض يدور حولها ويمكن العيش فيه يستخدم كمحطّة لاطلاق مركبات الفضاء الأخرى أو لأبحاث الفضاء .

رقيب الثريّا CAMELLA

نجم في كوكبة العنّاز هو العيّوق . اطلبه .

الركبة RUCHBAH

نجم هو دلتا ذات الكرسي واسمه الكامل ركبة ذات الكرسي . وركبة الدجاجة هي أوميغا² ذات الكرسي وركبة الرامي هي ألفا الرامي .

ركبة الرامي RUKBA

نجم هو ألفا الرامي .

الركام CUMULUS

سحاب مؤلّف من أكداس مدوّرة ذات قاعدة مسطّحة .

الرهج STRATUS

طبقة أفقيّة خفيفة من سحاب رماديّ ينبسط فوق رقعة واسعة .

الروزنامة ALMANACH

لائحة تحتوي على جداول الأيام والأسابيع والأشهر مع بيان طلوع الشمس والقمر وغروبهما . والكلمة من المناخ العربيّة .

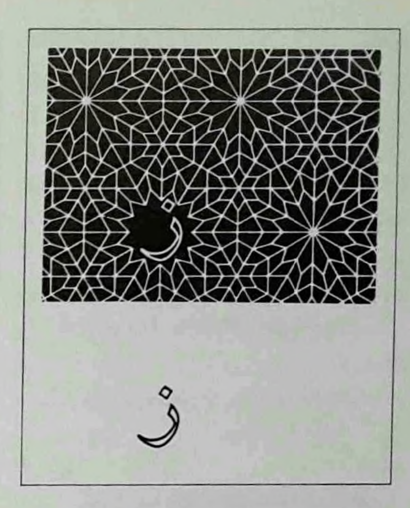
ريا RHEA

أحد توابع زحل وهو كناية عن كتلة ضخمة من الجليد .

الريل RILL

أحد الأودية الطويلة الضيّقة على سطح القمر .





ز

الزُبان أو الزباني ACUBENS

هو ألفا السرطان واسمه الكامل زبان السرطان الجنوبيّ .

الزبانيان ZUBAN

نجمان في الميزان هما ألفا وبيتا الميزان وهما المنزل السادس عشر من منازل القمر .

الزبرة DELTA AND THETA LEONIS

دلتا وثيتا الأسد ، وهي الحادي عشر من منازل القمر .

زبرة الأسد ZUBRA

نجم هو دلتا الأسد .

زحل SATURNE

السيّار الرئيسّي السادس من سيّارات النظام الشمسّي بالنسبة إلى بعده عن الشمس . طبيعته تشبه طبيعة المشتري بأحزمته الغيميّة الفاتحة والقاتمة الموازية لخطّ الاستواء الذي يميل مستويه ١° ٢٨ْ على مستوي المدار الذي يميل بدوره ٢° ٣٠ْ على فلك البروج . ويتميز زحل بحلقات منفصلة كليّاً عن السيّار وواقعة على مستويه القطبيّ . وتنقسم هذه الحلقات إلى ثلاث مناطق رئيسيّة تختلف في الضياء . وبين المنطقة الوسطى المضيئة والمنطقة الخارجيّة القاتمة تقع « فجوة كسّيني » . أمّا المنطقة الداخليّة القريبة من السيّار فقاتمة جدّاً وترى كرة زحل من خلالها . قطر هذه الحلقات يبلغ ٢٨٥ ٠٠٠ كلم وهي تتألف من عدد لا يحصى من التوابع التي يستحيل التمييز بينها بالوسائل البصرية ولا يبدو أن سماكتها تتعدّى ٦٠ كلم .
تحيط بزحل عشرة توابع معروفة الآن تسير في مستوي الحلقات باستثناء الأخير منها وتتراوح مسافاتها عن مركز السيّار بين ١٨٦ ٠٠٠ كلم و ١٣ مليون كلم وهي : ميماس وأنسلادس وتيثيس وديونه وريا وتيتان وتيميس وهيبريون ويابيتوس وفوبه .

الزراعة بالماء HYDROPONICS

زراعة النباتات في ماء أو زيت فيه بعض الموادّ المغذّية .

الزرافة CAMELOPARDALIS

كوكبة في نصف الكرة السماويّة الشماليّ تقع بين الدبّ الأصغر والعنّاز .

الزمان النجميّ SIDEREAL TIME

الزمان المبنيّ على أساس اليوم النجميّ البالغ ٢٣ ساعة و ٥٦ دقيقة و ٤,٠٩ ثوان .

الزهرة VENUS

ثاني سيّارات النظام الشمسّي بالنسبة إلى بعدها عن الشمس وهي من مجموعة السيّارات الداخليّة والتي هي أقرب من الأرض إلى الشمس . تتبع أحياناً الشمس بعد غروبها وتتقدّمها قبل شروقها وهذا ما جعل الأقدمين يعتقدون بوجود سيّارين مختلفين سمّوهما نجمة المساء ونجمة الصبح . ومن ناحية ثانية يحدث تغيّر بعد الزهرة عن الأرض تغيّرات مهمّة في قطرها الظاهر . ولها أوجه كاوجه القمر . يتألف جوّها من الغاز الفحميّ . وفي بعض الاقترانات تمرّ الزهرة أمام الشمس وقد قام هذا

العبور بدور مهمّ في الحساب الدقيق لبعد الأرض عن الشمس .

زيتا الاسد ADHAFARA

نجم في كوكبة الاسد يسمّى الضفيرة او ضفيرة الاسد ومن اسمائه الهلبة .

زيحان دوبلر DOPPLER SHIFT

في الفيزياء : زيحان خطوط الطيف لجسم مضيء نحو اللون الاحمر كلّما ابتعد الجسم عن مكان الطيف .

الزيغان ABERRATION

في علم الفلك : تحرّك ظاهر لصورة نجم في المرقب .

في علم الضوئيات : مجموعة من التشوهات في أنظمة ضوئيّة لا تعطي صوراً واضحة .



س

ساتورن SATURN

مشروع هيئة ناسا الأمريكيّة لبناء صاروخ ضخم من نوع الحزمة في مرحلة التطوّر ويعطي حوالى ١٥٠٠٠٠٠ باوند من الدفع في مرحلته الأولى . أوّل إطلاق ناجح تمّ في ٢٧ أكتوبر عام ١٩٦١ .

ساعة الكوارتز QUARTZ CLOCK

ساعة تنظّم حركتها بلّورة من الكوارتز تتذبذب تذبذباً ثابتاً تحت تأثير مجال كهربائي متردّد له تردّد البلّورة نفسه . وهي ساعة أكثر دقّة من الساعة التي ينظّم حركتها بندول وتستعمل في الدراسات الفلكيّة الدقيقة .

الساعة النجميّة SIDERAL HOUR

الجزء الواحد من ٢٤ جزءاً من اليوم النجمي البالغ ٢٣ ساعة و ٥٦ دقيقة و ٤,٠٩ ثوان .

الساعد الثاني SADALTONI

نجم هو زيتا العنّاز .

ساق ساكب الماء SCHEAT

نجم هو بيتا الفرس الأعظم قدره ٢,٦ وفئة طيفه م٢ . وهو احدى زوايا مربّع الفرس الأعظم .

الساقي AQUARIUS

كوكبة هي البرج الحادي عشر من منطقة البروج وهي على هيئة إنسان قائم باسط يديه وآخذ بأحديهما كوزاً مقلوباً يسكب منه الماء . من أسمائه الدلو وساكب الماء . أهم نجومها :

ألفا وأوميكرون الساقي : عند العرب سعد الملك

بيتا وكسي الساقي : النجمان على منكبه الأيسر

غمّا وكسي وإيتا وبي الساقي : عند العرب سعد الأخبية (وقد سمّي بذلك لأنه إذا طلع طاب الهواء وخرج ما كان مختبئاً من الهوام تحت الأرض من البرد)

دلتا الساقي : ساق الساقي

إبسيلون الساقي : سعد بالع أو سعد بُلَع وهو المنزل الثالث والعشرون من منازل القمر

لمبدا ومو وسيغما الساقي : الخباء

كبّا الساقي : السطل

الساهور SAROS

في علم الفلك : دورة الخسوف والكسوف التي تتكرّر كل ١٨ سنة و ١٠ ١/٣ أيام ، عندما تعود الشمس والقمر والأرض إلى وضع واحد نسبيّاً . ليس الساهور دقيقاً لكنّ القدماء كانوا يستعملونه كثيراً .

سبع البحر CETUS

هو قيطس . انظره .

السبكتر وفوتومتر SPECTROPHOTOMETER

في الفيزياء : أداة لقياس شدّة الضوء النسبيّة بين مختلف أجزاء الطيف .

السبكتر وهيليوسكوب SPECTROHELIOSCOPE

في علم الفلك : مرقبة الطيف الشمسي .

سبوتنيك SPUTNIK

اسم يطلقه الروس على أقمارهم الاصطناعيّة ومعناه « التابع » .

سبوتنيك ١ SPUTNIK 1

أوّل مركبة فضائيّة أطلقها الاتحاد السوفييتي في

الرابـع من تشرين الأول (اكتوبـر) عام ١٩٥٧ .

الستراتوسفير STRATOSPHERE

منطقة هادئة من الغلاف الجوّي العلويّ للأرض تتميّز بتغيّر طفيف في درجة الحرارة أو بعدم تغيّرها مع الارتفاع . والستراتوسفير خالية من السحب وتيّارات الحمل التي تحدث في التروبوسفير وهي الطبقة التي تحتها .

الستاتوسكوب STATOSCOPE

في الفيزياء : بارومتر لاسائليّ لتسجيل التغيّرات الطفيفة في الضغط الجوّيّ .

السحابة البروجيّة ZODIACAL CLOUD

سحابة من أجسام نيزكيّة تسبّب الضوء البروجيّ .

السدس SEXTANS

كوكبة صغيرة مولّدة في النصف الشماليّ من الكرة السماويّة واقعة بين قلب الأسد وقلب الشجاع . جميع نجومها ضعيفة .

السدُم الكوكبيّة PLANETARY NEBULAE

في علم الفلك : سدم تمثّل مراحل متأخّرة في تطوّر النجوم وقد سمّيت بهذا الاسم لأنّها ترى في التلسكوب كأقراص صغيرة يذكّر مظهرها بمظهر الكواكب البعيدة وأشهرها م ٥٧ السديم الحلقيّ في القيثارة الذي اكتشف عام ١٧٧٩ .

السديم NEBULA

في علم الفلك : كتلة من الغازات او النجوم مضيئة ومنتشرة كالغيمة حدودها غير واضحة في السماء .

سرّة الفرس SIRRAH ALPHERATZ

نجم هو ألفا المرأة المسلسلة قدره ٢,٢ ، فئة طيفه صفراء يشكّل إحدى زوايا مربّع الفرس الأعظم وكان في الماضي مشتركا بين هذه الكوكبة والمرأة المسلسلة .

السرطان CANCER

كوكبة في فلك البروج يعدّ فيها الآن نحو ٨٣ نجماً شرقها الأسد وغربها التوأمان في وسطها نجوم عدّة مجتمعة سمّاها العرب النثرة . أشهر نجومها :

ألفا السرطان : الزّبان

بيتا السرطان : الطرف

دلتا السرطان : الحمار الجنوبيّ

غما السرطان : الحمار الشماليّ

إبسيلون السرطان : النثرة ، المعلف ، الحظيرة . اللهاة .

غما ودلتا السرطان : الحماران (الحمار الشماليّ والحمار الجنوبيّ)

ألفا ويوتا السرطان : الزبانيان أو الزبانيتان .

ابسيلون وغما ودلتا السرطان : اللهاة .

بي وكسي السرطان : الأشفار

السرعة SPEED

مقدار شدّة الحركة وهي تقاس بالمسافة التي يقطعها جسم متحرّك في وحدة الزمن وهي تعادل نسبة المسافة التي يقطعها الجسم إلى الزمن الذي يقضيه في قطعها .

سرعة الإفلات VELOCITY OF ESCAPE

في الفيزياء : سرعة انعتاق جسم من جاذبيّة الأرض أو الكوكب السيّار . هذه السرعة على الأرض تبلغ ١١,٢ كيلومتراً في الثانية .

السرعة الحرجة CRITICAL VELOCITY

في الفيزياء : السرعة التي تنتهي عندها الحركة الانسيابيّة للسائل وتصبح حركة دوّاميّة .

السرعة الشعاعيّة RADIAL VELOCITY

سرعة اقتراب جسم من نقطة المشاهدة بالنسبة إلى الأرض أو ابتعاد طيف عنها ويمكن تعيينها بقياس انحراف زيحان خطوط العناصر ذاتها في طيف النجم وطيفها في مختبر على الأرض .

سرعة الضوء SPEED OF LIGHT

في الفيزياء : المسافة التي يقطعها الضوء في وحدة زمنيّة وهي في الفراغ ٣٠٠ ٠٠٠ كيلومتر تقريباً في الثانية .

السرعة المداريّة ORBITAL VELOCITY

السرعة اللازمة لابقاء جسم متحركاً في مدار مقفل حول الشمس أو كوكب أو قمر .

السرعة النهائيّة TERMINAL VELOCITY

السرعة القصوى المفترض أن يبلغها جسم على طول مسار طيران مستقيم معينّ في ظروف معيّنة من الوزن والدفع إذا كان عبوره خلال مسافة غير محدّدة في هواء ذي كثافة نوعيّة واحدة .

السرفائير SURVEYOR

برنامج هيئة ناسا الأمريكيّة لإنشاء مركبة ليس فيها إنسان ومزوّدة بالأجهزة لتهبط هبوطاً ليّناً على سطح القمر . والكلمة معناها « المسّاح » .

سطح الشمس النيّر PHOTOSPHERE

طبقة نيّرة من سطح الشمس تحدّ الكرة الشمسيّة من الخارج وتعتبر غشاء لا تخترقه الإشعاعات الآتية من داخل الكوكب لكنّها تجعل حرارته واحدة عملياً على جميع أنحاء السطح وهذا ما يجعل الشمس تشعّ في الفضاء .

السعة AMPLITUDE

في علم الفلك : بعد جرم سماويّ عن الأفق شرقاً أو غرباً .

سعد بالع أو بُلَع ALBALI

نجم هو بيتا الساقي وهو المنزل الثالث والعشرون من منازل القمر المؤلف من إبسيلون ومو ونو الساقي .

سعد البهائم BIHAM

عند العرب نجمان هما ثيتا ونو الفرس الأعظم .

السفينة ARGO

أكبر كوكبة جنوبيّة أنور نجومها سهيل وهو أسطع النجوم نوراً بعد الشعرى اليمانيّة وصوّرها الصوفي معقوفة على ذاتها من مقدّمها ومؤخّرها وفي وسطها سارية أو دقل رأسها كالكأس ولعلّه مرقب للربّان وهذه هي أهم نجومها :

الجؤجؤ

السارية أو الدقل

الكوثل

الأشرعة

بيتا الجؤجؤ : المياه الساكنة

غماّ الجؤجؤ : المركب

زيتا الجؤجؤ : سهيل حضر

إبسيلون الجؤجؤ : تدوير السفينة

يوتا الجؤجؤ : الترس

لمبدا الجؤجؤ : سهيل الوزن

كبّا الجؤجؤ : المركب

زيتا ، لمبدا ، وغما الجؤجؤ : المحلّفان أو سهيل الرقّاص .

سفينة فضائيّة SPACESHIP

سفينة تطلق في الفضاء وتحمل آلات علميّة وبشراً .

السقوط الحرّ FREE FALL

في الفيزياء : حركة أيّ جسم يتحرّك بفعل مجال جاذبيّة وهو غير مدفوع بمحرّكات .

سكايلاب SKYLAB

أوّل محطّة فضائيّة أمريكيّة أطلقت إلى الفضاء عام ١٩٧٣ .

السلحفاة LYRA

كوكبة في نصف الكرة السماويّة الشماليّ هي القيثارة . اطلبها .

السلوقيّان CANES VENATICI

كوكبة في نصف الكرة السماويّة الجنوبيّ تقع جنوبي الدبّ الأكبر . قدر نجمها الرئيسّي ألفا ٢,٩ وهو نجم مزدوج .

ألفا السلوقين : كبد السماء

بيتا السلوقيّن : السلوقيّ الثاني

السماك الأعزل AZIMECH

نجم في كوكبة العذراء هو نجمها الرئيسي ويدعى أيضاً السنبلة وساق الأسد .

السماك الرامح ARCTURUS

نجم سمّاه العرب السماك لسموكه أي لارتفاعه في السماء وأمامه نجم صغير يقال له راية السماك . وهو ألفا العوّاء من أسطع نجوم السماء قدره ٢,٠ وفئة طيفه ك صفر . بعده عن الأرض ٤١ سنة ضوئيّة .

السمت وسمت الرأس ZENITH

في علم الفلك : النقطة التي يلتقي فيها الخطّ العمودي المنطلق من مكان ما من الأرض الكرة السماويّة .

السمحاق CIRROSTRATUS

سحاب مرتفع أشبه ما يكون بالحجاب .

السنبلة SPICA

نجم هو ألفا العذراء قدره ١,٢ وفئة طيفه ب ٢ .

السنة النجميّة SIDERAL YEAR

الزمان الذي يستغرقه دوران الأرض مرّة واحدة حول الشمس مقاساً بالنسبة إلى النجوم الثابتة (٣٦٥ يوماً و ٦ ساعات و ٩ دقائق و ٩,٤٥ ثوان) .

السنتيمتر CENTIMETER

في النظام المئوي : وحدة قياس طوليّ تساوي جزءاً من مائة جزء من المتر .

السنتيليتر CENTILITER

في النظام المئويّ : جزء من مائة جزء من الليتر .

السنكروترون SYNCHROTRON

مسارع جسيمات في مدار دائريّ متزامن مع المجال المغنطيسّي .

السهم ARROW

في الرياضيّات : الخطّ العموديّ الواصل بين منتصف قوس الدائرة ومنتصف الوتر الواصل بين طرفيه .

السهم SAGITTA

كوكبة صغيرة تقع على ١٠° تقريباً شماليّ خط الاستواء بين الدجاجة والنسر في داخل المجرّة نَصْلُه إلى المشرق وفوقُه إلى المغرب .

سهيل CANOPUS

في علم الفلك : نجم ساطع في كوكبة برج السفينة في السماء الجنوبيّة .

السيّار PLANET

في علم الفلك : جرم سماويّ غير نيّر من ذاته يدور حول الشمس أو حول أي نجم آخر .

السيّارات الخارجيّة OUTER PLANETS

في علم الفلك : السيّارات الموجودة خارج مدار الأرض حول الشمس وهي بالتالي أبعد من الأرض عن الشمس .

السيّارات الداخلية INNER PLANETS

في علم الفلك : السيّارات الموجودة بين الشمس والأرض أي داخل مدار الأرض وهي أقرب إلى الشمس من الأرض .

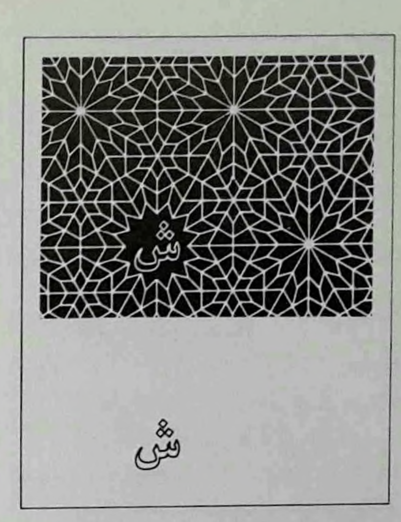
سيريس CERES

في علم الفلك : إحدى آلاف الكويكبات الموجودة بين المشتري والمرّيخ اكتشفها الفلكيّ الإيطاليّ جيوزِبّه بياتزي في أول يناير عام ١٨٠١ ، وهي أضخم السيارات الصغرى يبلغ قطرها ١٠٠٠ - ١٢٠٠ كلم .

السيلوستات COELOSTAT

في علم الفلك : جهاز صغير مؤلّف من مرآتين إحداهما متحرّكة تتبع سير الكوكب موضوع المراقبة والثانية ثابتة . يوجّه أحد محوري المرآة المتحرّكة صوب القطب السماويّ ويضبط الثاني وفاقاً لارتفاع الكوكب .





الشبر الانجليزي SPAN

وحدة طول انجليزيّة تساوي تسعة إنشات .

الشبكة RETICULUM

كوكبة صغيرة مولّدة تقع على بعد ٤٠° تقريباً من القطب الجنوبيّ .

الشبكيّة RETICLE

شبكة خطوط أو نقط في عينيّة الآلة البصريّة كالتلسكوب ونحوه .

شبه الظلّ PENUMBRA

في الفيزياء : حالة سطح غير مضاء بشكل كامل من قبل جسم مضيء يحجب جسم غير شفّاف اشعّته جزئيّا .

الشجاع HYDRA

كوكبة في نصف الكرة السماويّة الجنوبيّ إلى جنوب السرطان والسنبلة وهي من صور النجوم البابليّة القديمة . نجمها الرئيسيّ ألفا الشجاع أو الفرد قدره ٢,٢ .

ألفا الشجاع : الفرد ويسمّى أيضاً قلب الشجاع وعنق الشجاع وسهيل الفرد وسهيل الشام وفقار الشجاع .

سيغما الشجاع : منخار الشجاع

الشجاع الأصغر HYDRUS

كوكبة جنوبيّة صغيرة قرب القطب الجنوبيّ بين الساعة والثمن .

الشراع VELA

إحدى الكوكبات التي تشكّل كوكبة السفينة في النصف الجنوبيّ من الكرة السماويّة .

شرطة السماء CELESTIAL POLICE

جمعيّة من علماء الفلك تألّفت في أواخر القرن الثامن عشر بزعامة يوهان شرويتر والبارون فون زاخ للبحث عن السيّارات الصغرى بين المرّيخ والمشتري .

الشريط البروجيّ ZODIACAL BAND

شريط من الضوء الخافت يظهر على الكرة السماويّة ويربط بين الضوء البروجيّ والضوء المضادّ .

الشعشاع او شبه الظل PENUMBRA

في علم الفلك : غبش يحيط بمنطقة الظلّ في حالة الخسوف .

الشفق TWILIGHT

الفترة بعد غروب الشمس والفترة قبل شروقها عندما تكون السماء غير مظلمة . يظهر الشفق الفلكيّ عندما تكون الشمس على أقلّ من ١٨ درجة تحت الأفق .

الشفق AURORA

في علم الفلك : الأشفاق وتُعرف عادة بأضواء السماء هي توهّج الطبقات العليا من الجو الذي ينجم عن جسيمات قادمة من الشمس وبروتونات في الغالب تتحرّك في المجال المغنطيسيّ للأرض كجسيمات مشحونة وتتفاعل مع الغلاف الجوّيّ . في نصف الكرة الشمالي تدعى الأشفاق الشماليّة وفي نصف الكرة الجنوبيّ الأشفاق الجنوبيّة .

الشفق القطبي AURORA POLARIS

في علم الفلك : ضياء يظهر في الأفق قبيل طلوع الشمس . والإضاءة التي يحدثها الشفق

القطبيّ (الشماليّ أو الجنوبيّ) قلّما تتعدّى ضوء القمر في ربعه الأوّل . عندما يكون الشفق ملوّناً يكون الأحمر في قسمه الأسفل والأخضر في قسمه الأعلى ويفصل بينهما لون أصفر . الشفق ظاهرة إشعاع ضوئيّ تحدث في أعلى الجوّ حيث الضغط منخفض والغازات مؤيّنة وسببها وصول جسيمات مكهربة آتية من الشمس . يحوّل مسار هذه الجسيمات نحو القطبين تحت تأثير المجال المغنطيسّي الأرضّي . وفي الوقت ذاته يتعدّل هذا المجال المغنطيسّي فترتبك حركة الإبر المغنطيسيّة . يكثر حصول هذه الظاهرة في فترات النشاط الشمسّي القويّ .

الشفق القطبيّ الجنوبي AURORA AUSTRALIS

أنظر الشفق القطبيّ .

الشفق القطبيّ الشماليّ AURORA BOREALIS

أنظر الشفق القطبيّ .

الشمس SUN

الكوكب النهاريّ المضيء بذاته . والشمس كوكب غازي يتكوّن من أكثر من ٩٨٪ من الهيدروجين والهيليوم وتفوق كتلته ٣٣٣ ٠٠٠ مرّة كتلة الأرض لكن كثافتها دون كثافة الأرض . تدور الشمس على محورها دورة واحدة كلّ ٢٥ يوماً و ٩ ساعات و ٣٥ دقيقة عند خط الاستواء وكلّ ٣٥ يوماً عند الدرجة ٨٠ من خطوط العرض . تبلغ حرارة سطحها المضيء ٥٦ ٠٠٠° سنتيغراد ومن هذا السطح تستمدّ الأرض النور والحرارة ويصلنا نور الشمس في مدّة ٨ دقائق و ١٨ ثانية أمّا قطرها فيبلغ ١٠٩ أضعاف قطر الأرض وتبلغ المسافة بينها وبين الأرض ١٤٩,٩ مليون كيلومتر .

شمس منتصف الليل MIDNIGHT SUN

الشمس المنظورة عند نصف الليل في منتصف الصيف بمناطق القطبين الشماليّ والجنوبي .

شمسّي المركز HELIOCENTRIC

مقيس من مركز الشمس أو بادٍ وكأنه منظور من هذا المركز .

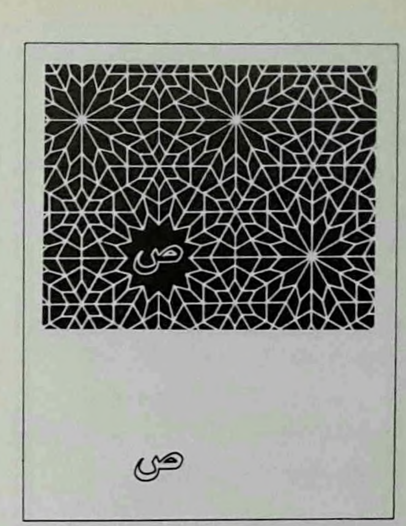
الشهر النجميّ SIDEREAL MONTH

شهر فلكي يبلغ ٢٧ يوماً و ٧ ساعات و ٤٣ دقيقة و ١١,٥ ثانية .

الشواظ PROMINENCE

كتلة من غاز تشبه السحابة تنبعث من جوّ الشمس الغازيّ . وهناك نوعان من الشواظات : الشواظات الساكنة وهي التي بعد أن ترتفع من الكروموسفير تبقى طافية فوقه . والشواظات الثورانيّة وهي عابرة وقد يبلغ ارتفاعها مئات آلاف الكيلومترات .





الصاروخ ROCKET

مركبة تحتوي على جهاز يولّد دفعاً وتتحرّك بواسطة طرد تيّار من غاز ساخن من مؤخّرتها . مصدر القوّة فيها وقود سائل أو جافّ يشتمل على المؤكسد بحيث لا يعتمد على الجوّ وباستطاعة المركبة أن تعمل خارج الغلاف الجوّيّ .

الصاروخ الارتكاسيّ RETROROCKET

في الملاحة الجوّية : صاروخ كابح يستخدم لتخفيف سرعة العربة العائدة إلى جوّ الأرض أو الهابطة على سطح سيّار فيه جوّ .

الصاروخ الفوتونيّ PHOTONROCKET

في الفيزياء : صاروخ تحلّ فيه محلّ الغازات المنبثقة من أنبوب الانفلات حزمة من الفوتونات أي من الضوء .

الصاروخ القياديّ

صاروخ يُستعمل في توجيه قذيفة باليستيكيّة أو مركبة فضائيّة أو إسراعها أو إبطائها .

صدر الدجاجة SADR

نجم هو غمّا الدجاجة وهو أحد الفوارس .

صدر ذات الكرسّي SXHEDIR

نجم هو ألفا ذات الكرسّي وهو نجم متغيّر يتأرجح قدره بين ٢,١ و ٢,٦ . فئة طيفه ك صفر .

الصليب الجنوبيّ CRUX

في علم الفلك : ويسمّى أيضاً نعيم ، كوكبة تعتبر أشهر الكوكبات الجنوبيّة وأصغرها . لا يرى من نصف الكرة الأرضيّة الشماليّ لذلك لا نجد اسمه بين الكوكبات القديمة قبل القرن السابع عشر .

الصنّاج BOOTES

أنظر العوّاء .

الصهارة MAGMA

في الجيولوجيا : مادّة صخريّة مذابة في باطن الأرض ينشأ عنها الصخر البركاني حين تبرد .

الصوت SOUND

في الفيزياء : أثر تحدثه ذبذبات سريعة للأجسام تنتشر في البيئات المادّية وتثير حاسّة السمع .

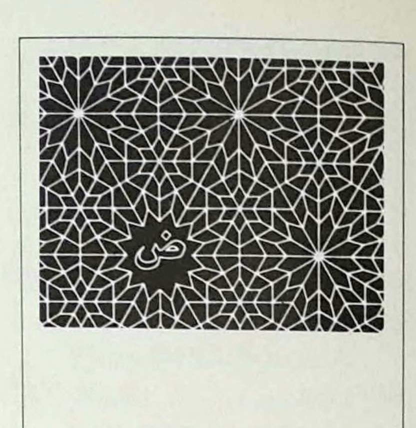
الصيّاح BOOTES

هو العوّاء انظره .

صياخد الشمس FACULAE

في علم الفلك : بقع لامعة ترى في قرص الشمس وهي ترافق عادة مجموعات الكلف الشمسيّة الكبرى .





الضغط PRESSURE

في الفيزياء : حاصل قسمة القوة التي يمارسها سائل او غاز على سطح على قيمة هذا السطح .

الضغط الجوّيّ

ATMOSPHERIC PRESSURE

الضغط الذي يحدثه الهواء على سطح الأرض والذي يقاس بالمليّمترات من الزئبق بواسطة البارومتر أي مقياس الضغط .

الضغط الحرج

CRITICAL PRESSURE

في الفيزياء : ضغط بخار المادّة المشبع عند درجة الحرارة الحرجة .

الضفيرة

ADHAFERA

نجم هو زيتا الأسد واسمه الكامل ضفيرة الأسد ويُسمّى أيضاً الهلبة أي الشعر كلّه وما غلظ منه .

ضفيرة الأسد COMA BERENICES

كوكبة شماليّة هي الذؤابة . اطلبها .

الضوء

LIGHT

في الفيزياء : كلّ ما ينير الأشياء ويمكّن من رؤيتها . والضوء يتكوّن من موجات كهرطيسيّة تبلغ سرعة انتشارها في الفراغ ٣٠٠ ٠٠٠ كلم في الثانية .

الضوء الأبيض

WHITE LIGHT

ضوء يمكن تحليله إلى طيف مستمرّ من أطوال الموجات فيعطي الألوان الأصليّة التي يتألّف منها وهي ألوان قوس قزح .

الضوء البروجيّ

ZODIACAL LIGHT

شريط من الضوء الخافت يمتد على طول فلك البروج أكثر أجزائه لمعاناً أقربها إلى الشمس وهناك جزء آخر يزيد لمعانه عن غيره ولكنّه أضعف من الأوّل وهو المقابل للشمس أي الوهج المضادّ .

ضوضاء الشمس

SOLAR NOISE

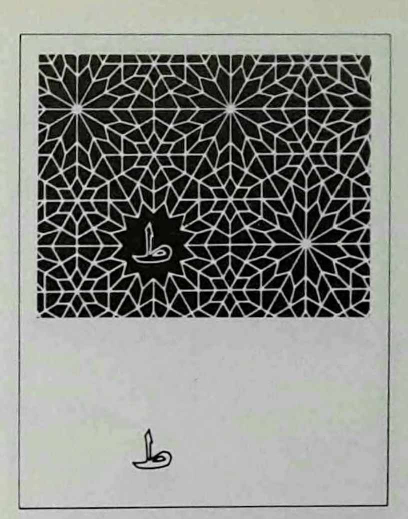
إشعاع كهرطيسيّ ينبعث من جوّ الشمس ذبذباته تشبه ذبذبات موجات الراديو .

الضياء او الجلاء

LUMINOSITY

في علم الفلك : المقدار النسبي لضيائية النجم دون اخذ بعده بعين الاعتبار .





طارد الدب والغول BOOTES

أنظر العوّاء .

الطاقة الحركيّة KINETIC ENERGY

في الفيزياء : الطاقة التي يتمتّع بها الجسم بسبب حركته .

الطاقة الكامنة POTENTIAL ENERGY

في الفيزياء : الطاقة التي يتمتّع بها الجسم بسبب وضعه الساكن .

الطاقة المشعّة RADIANT ENERGY

في الفيزياء : طاقة تنتقل على شكل موجات الراديو والأشعّة تحت الحمراء والضوء المرئيّ وغيرها .

الطاووس PAVO

كوكبة مولّدة قريبة من القطب الجنوبيّ السماويّ .

طائر الفردوس APUS

كوكبة مولّدة في نصف الكرة السماويّة الجنوبيّ بين المثلّث الجنوبيّ والقطب الجنوبيّ تقع على مسافة ٢٠° من القطب الجنوبيّ .

الطبقة الواهنة ASTHENO SPHERE

في علم الفلك : منطقة منصهرة جزئيا تقع بين نواة القمر المنصهرة والغلاف الموجود تحت القشرة .

الطبقة الأوزونيّة OZONOSPHERE

طبقة من طبقات الجوّ يتراوح ارتفاعها بين ٢٠ و ٣٠ ميلا وتشتمل على نسبة مرتفعة من الأوزون .

الطبقة الثقيلة HEAVYSIDE LAYER

منطقة من جوّ الأرض المتأين تعكس الموجات الاشعاعية وتعيدها الى الأرض .

الطبقة الحجرية LITHOSPHERE

في علم طبقات الارض : مجموع الصخور والمواد اليابسة التي تشكل القشرة الارضية .

الطخرور CIRRUS

سحاب رقيق شبيه بالصوف يكون على ارتفاع عالٍ جدّاً .

الطرف ALTERF

نجم هو لمبدا الأسد . والطرفان عند العرب كوكبان يتقدمان الجبهة سمّيا بذلك لأنّهما عينا الأسد ينزلهما القمر .

الطفاوة CORONA

في علم الفلك : دائرة مضيئة تحيط أحياناً بالشمس وبالقمر سببها وجود غيوم جليديّة في الجوّ .

الطفيليّات الجوّيّة ATMOSPHERICS

مختلف ضروب التشويش الناشئة عن الظاهرات الجوّيّة الكهربائيّة .

الطنف LIMB

حافّة قرص القمر أو الشمس أو أيّ جرم سماويّ آخر .

الطوقان TUCANA

كوكبة صغيرة مولّدة في الجنوب الغربيّ من نصف الكرة السماويّة الجنوبيّ يقع فيها سديم غيمة ماجلاّن الصغرى .

الطيف SPECTRUM

في الفيزياء : مجموعة الأشعّة الملونة الناجمة عن

تفكيك الضوء المركّب وينتج عن تفكيك ضوء الشمس طيف يسمّى الطيف الشمسّي الذي تبدو فيه ألوان قوس قزح . والأطياف نوعان : « أطياف البثّ » الصادرة عن مصادر الضوء ، و « أطياف الامتصاص » التي يمكن الحصول عليها عن طريق حزم تخترق أجساماً قليلة الشفافيّة فتكون أطياف الأجسام الصلدة والسوائل متّصلة . أمّا أطياف البثّ والامتصاص الناجمة عن العناصر الغازيّة فتختلف باختلاف الغاز وهذه الخاصّيّة هي أساس التحليل الطيفيّ .

طيف الابتعاث EMISSION SPECTRUM

في الفيزياء : طيف يتألّف من خطوط ساطعة منعزلة يتّصف بها الجسم الكيميائيّ .

طيف الأشعّة السينيّة X-RAY SPECTRUM

في الفيزياء : عندما يُقذف أي عنصر بأشعّة مهبطيّة يشعّ أشعّة سينيّة ذات تردّد مميّز يعتمد على العدد الذرّي للعنصر . ويمكن الحصول على صورة الطيف للخطوط المناظرة لعناصر مختلفة من الأشعّة السينيّة هذه .

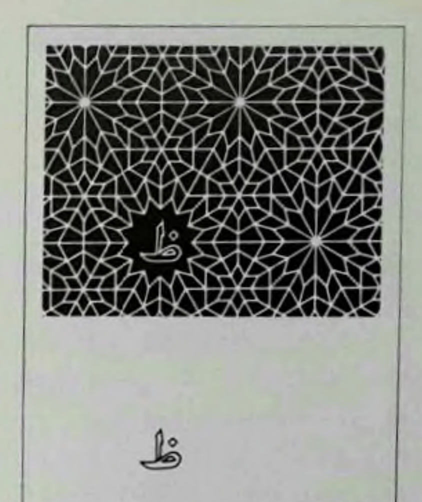
الطيف الشمسّي SOLAR SPECTRUM

في الفيزياء : الطيف الناجم عن تفكّك ضوء الشمس وتبدو فيه ألوان قوس قزح .

الطيف الومضي FLASH SPECTRUM

في علم الفلك : طيف الحلقة الماسيّة التي تظهر على قرص الشمس قبيل كسوف كامل أو بعده مباشرة وتظهر فيه خطوط بث مضيئة . سمّي ومضيّاً لأنه لا يدوم سوى ثوانٍ معدودة .





الظلّ UMBRA

عندما يلقي مصدر للضوء ظلاً على جسم يتكوّن هذا الظلّ عادة من جزئين : الجزء الداخليّ وهو الظل القاتم الذي لا يصل إليه أيّ ضوء من المصدر والجزء الخارجيّ وهو نصف الظلّ أو شبه الظلّ الذي يصل إليه الضوء من جزء من المصدر .

الظلمان CENTAURUS

كوكبة جنوبيّة بين خط الاستواء والقطب غنيّة بالنجوم الساطعة ومنها ألفا أي رجل قنطورس نجم مزدوج يتمُّ دورته المداريّة في ٩٩ سنة وهو ثالث النجوم الأكثر ضياء في السماء يتأرجح قدره بين ٠,٣ و ١,٧ ويقدر بعده عن الأرض بـ ٤,٣ سنوات ضوئيّة فيكون أقرب النجوم الينا . أمّا النجم بيتا قنطورس فقدره ٠,٩ ويبعد عن الأرض مسافة ١٩٠ سنة ضوئيّة . وقنطورس هو الاسم الآخر للظلمان .

ألفا الظلمان : حضار ورجل قنطورس

بيتا الظلمان : الوزن

زيتا الظلمان : البطن

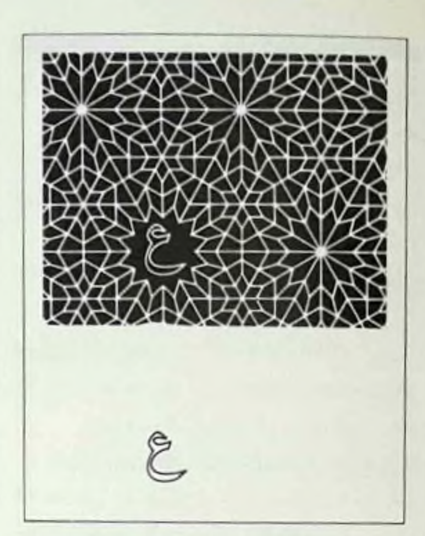
ألفا وبيتا الظلمان : المحلّفان ، المحنّثان ، حضار والوزن

ألفا وبيتا وبي وث الظّلمان : خضيب الكرم ، الشماريخ

الظليم ACHERNAR

ثيتا النهر كان قديماً من القدر الأوّل ويظنّ أن الفلكي العربي الصوفي رصده وسمّاه آخر النهر . قدرهُ الآن ٠,٦ وفئة طيفه ب ٥ .





العاصفة المغنطيسية MAGNETIC STORM
اضطراب موقت في مجال الأرض المغنطيسي يعزى إلى الكلف الشمسيّة .

العدد الذهبيّ GOLDEN NUMBER
في علم الفلك : دور مدّته ١٩ سنة يرجع فيه القمر إلى ما كان عليه .

العدسة LENS
قطعة من مادّة شفّافة كالزجاج تدخل في آلات التصوير والآلات البصريّة المختلفة . وهي على أنواع .

العذارى ADHARA
نجوم في كوكبة الكلب الأكبر وهي كوكبة جنوبيّة . وتشمل العذارى دلتا وإبسيلون وإيتا الكلب الأصغر .

العذراء VIRGO
كوكبة في فلك البروج تقع على خطّ الاستواء وتمتدّ قليلاً إلى الجنوب . راقب هيبّارخوس السنبلة وهي نجمها الرئيسي وراقب قلب الأسد في كوكبة الأسد فاكتشف تقدّم الاعتدالين والطول الحقيقيّ للسنة . وتحتوي هذه الكوكبة على مجموعة رائعة من المجرّات تدعى عناقيد العذراء وتمثّل دوراً مهماً في معرفة الكون بأسره . والعذراء هي البرج السادس في منطقة البروج صورها اليونان بصورة عذراء رأسها على جنوب الصرفة أي نيّر ذنب الأسد ورجلها قدّام الزبانيتين اللتين على كتفي الميزان .
ألفا العذراء : السماك الأعزل وقد سمّاه البيروني الهلبة .
الفا العذراء : السماك
ألفا وبيتا العذراء : الأنهران
ألفا العذراء وألفا العذراء: السماكان أي السماك الأعزل والسماك الرامح
بيتا العذراء : الزاوية أو ورك الأسد
غما العذراء : زاوية العذراء
دلتا العذراء: ثاني العذراء
إبسيلون العذراء: المقدّم للقطاف
إيتا العذراء : الزاوية
يوتا العذراء : الغفْر
مو العذراء : رجل العذراء
بيتا وإيتا وغما ودلتا وإبسيلون العذراء : حشوة البطن

العذرة ALUDRA
نجم هو إيتا الكلب الأكبر . والعذرة والعذارى واحد عند العرب .

عرابيا ARABIA
في علم الفلك : منطقة جرداء في المرّيخ لونها يميل إلى الصفرة .

عربة قمريّة LUNAR MODULE
في الملاحة الجوّيّة : كبسولة هبوط على سطح القمر .

عرش قيصر CRUX
كوكبة جنوبيّة هي نعيم . اطلبه .

عرض الإصبع DIGIT
مقياس إنجليزي للطول يساوي ثلاثة أرباع الإنش او عرض الاصبع تقريباً .

عرقوب الرامي URKAB

نجم هو بيتا الرامي .

العضادة ALIDADE

في المساحة : ذراع متحرّكة في أداة المسح أو الرصد .

عطارد MERCURY

أقرب سيّارات النظام الشمسي إلى الشمس ويعدّ من السيّارات الداخليّة . لا يرى إلاّ على ارتفاع منخفض فوق الأفق يتقدّم شروق الشمس ويتأخر عن غروبها مدّة لا تزيد عن ساعتين و ١٥ دقيقة . ليس على سطحه جوّ غازيّ .

العظاية LACERTA

كوكبة صغيرة مولّدة في نصف الكرة السماويّة الجنوبيّ تقع بين يد المرأة المسلسلة شرقاً وذنب الدجاجة غرباً وبين يدي الفرس جنوباً ووراء قيفاوس شمالاً . أكثر نجومها سطوعاً لا تتعدّى القدر الرابع .

العقاب AQUILA

كوكبة في نصف الكرة السماويّة الشماليّ على تخوم درب التّبانة تبدو في هذه المنطقة مقسومة إلى ذراعين يفصل بينهما شريط مظلم . لهذه الكوكبة شكل عقاب منتشر الجناحين تشكل رأسه النجوم الرئيسيّة الثلاثة ألفا وبيتا وغماً ، وأكثر نجومه سطوعاً هو النسر الطائر .

ألفا العقاب : النسر الطائر

بيتا العقاب : الشاهين أو عنق الغراب

غماً العقاب : الشاهين الخاطف

دلتا غماً وثيتا العقاب : ثلاثة نجوم تشكّل الميزان عند العامّة

لمدا وإبسيلون العقاب : الظليمان

عقد الثريّا ALCYONE

نجم هو إيتا الثور قدره ٣,٠ وفئة طيفه ب ٥ . هو أكثر نجوم الثريّا ضياءً .

العقدة NODE

في علم الفلك : النقطة التي يقطع فيها السيّار فلك البروج . فإذا كان متقدّماً من الجنوب نحو الشمال فنقطة تقاطع فلكه ودائرة البروج هي عقدته الصاعدة أو العقدة الشماليّة . وإذا كان متقدّماً من الشمال نحو الجنوب فنقطة تقاطعه هي العقدة النازلة أو العقدة الجنوبيّة أو عقدة الذنب .

العقدة النازلة DESCENDING NODE

يقطع فلك السيّار فلك البروج في نقطتين يقال لإحداهما عقدة صاعدة والأخرى عقدة نازلة فاذا كان السيّار في العقدة النازلة قيل إنّه غارب .

العقرب SCORPIO

كوكبة في فلك البروج تقع بين الميزان والرامي قريبة جدّاً من هيئة العقرب وتشكّلها نجوم عديدة ساطعة وتحتوي الكوكبة على عنقودين متفتحين هما م ٦ و م ٧ يريان بالعين المجرّدة . والعقرب هو البرج الثامن من منطقة البروج .

ألفا العقرب : قلب العقرب

بيتا العقرب : الإكليل

غماً العقرب : زباني العقرب واللسعة

دلتا العقرب : الجبهة

لمدا العقرب : الشولة

نو العقرب : جبهة

سيغما العقرب : النياط

علم الأحياء الإشعاعيّ RADIOBIOLOGY

فرع من علم الأحياء يبحث في التفاعل بين الأجهزة البيولوجيّة والطاقة الإشعاعيّة أو الموادّ ذات النشاط الإشعاعيّ .

علم الذرّيات ATOMICS

فرع من الفيزياء النوويّة يبحث في الطاقة الذرّية والانشطار النوويّ .

علم الرصد الجوّيّ METEOROLOGY

علم يبحث في الجوّ وظواهره وبخاصّة في الأحوال الجوّيّة والتكهّن بها .

علم الفلك ASTRONOMY

علم يبحث في مواقع الأجرام السماويّة وتركيبها وحركاتها .

علم الفلك الاشعاعي RADIOASTRONOMY

فرع من علم الفلك يستخدم الموجات الاشعاعية المنبعثة من أجرام سماويّة معيّنة كوسيلة للحصول على معطيات عن هذه الاجرام .

علم القذائف او القذائفية او البلّيستيكا

BALLISTICS

في الميكانيكا : علم حركة القذائف وهو قسمان : البلّيستيكا الداخلية التي تدرس حركة القذائف ضمن ماسورة المدفع ، والبلّيستيكا الخارجية التي تدرسها بعد انطلاق القذيفة .

علم الكونيّات COSMOLOGY

علم يبحث في القوانين العامّة التي تسيّر الكون كما يبحث في تكوين الأجرام السماويّة من سيّارات وكواكب ونظم .

علم المائيّات HYDROLOGY

علم يبحث في خصائص المياه وظواهرها وتوزّعها فوق سطح الأرض وفي التربة وتحت الصخور وفي الجوّ .

علم مساحة الأرض GEODESY

علم يبحث في شكل الأرض وقياس أبعادها .

علم المناخ CLIMATOLOY

علم يبحث في المناخات وظاهراتها .

العلوم الطبيعية NATURAL SCIENCES

فرع المعرفة المعنيّ بالأشياء الطبيعيّة ويشمل علوم الأحياء والجيولوجيا والمعادن والفيزياء والكيمياء والفلك .

العنّاز AURIGA

كوكبة في نصف الكرة السماويّة الشماليّ أكثر نجومها ضياء العيّوق . وهي تحتوي على ثلاثة عناقيد نجميّة جميلة : م ٣٦ وم ٣٧ وم ٣٨ . نجمها إيتا عملاق أعظم يبلغ قطره ٢٠٠٠ مرّة قطر الشمس .

العناق ALMACH, ALMAK

نجم هو غماً المرأة المسلسلة قدره ٢,٣ وفئة طيفه ك صفر .

العنصر ELEMENT

في الكيمياء : المادّة البسيطة التي تدخل في تركيب جسم ما كالأكسيجين والهيدروجين في تكوين الماء .

عنُق الحيّة

UNUKALHAI

نجم هو ألفا الحيّة وهو أحد نجوم النسق اليمانيّ .

العنقاء PHOENIX

كوكبة جنوبيّة مولّدة إلى الجنوب الشرقيّ من فم الحوت الجنوبي وإلى الجنوب من ذنب قيطس .

العوّاء BOOTES

كوكبة في نصف الكرة السماويّة الشماليّ تقع في امتداد الدبّ الأكبر . نجمها الرئيسي السماك الرامح . يقول عنها منصور جرداق في قاموسه الفلكيّ : « صورة شماليّة جميلة المنظر لكثرة نجومها تمثّل صيّاداً بيده اليسرى دبّوس وبيده اليمنى ممسك رُبط كلبيه استيريون وخارا أي السلوقيّين يطارد بهما الدبّ الأكبر حول القطب ، وجعل العرب للأسد صورة عظيمة جدّاً حتى جعلوا السماكين ساقيَ الأسد . والسماك ما رُفع به الشيء وهو الزور وما يلي الترقوة . وقال الصوفيّ إن العرب سمّته سماكاً لسموكه أي ارتفاعه في السماء . والسماك الرامح لا يرى أبداً في السماء فلا يرى طالعاً أو غارباً متى كان طلوعه مع الشمس أو قبلها بمدّة » . من أسمائه : الصيّاح والبقّار وراعي الشاه وحارس السماء وطارد الدبّ والغول

وحـارس الشمال والصنـاج وحـارس السماك الرامح .
ألفا العوّاء : السماك الرامح
بيتا العوّاء : البقّار
غماً العوّاء : ثاني الضباع
إبسيلون العوّاء : الإزار
إيتا العوّاء : المفرد ، الرمح
مو العوّاء : القطربوس
تاو وأوبسيلون العوّاء : السلاح
بيتا ، غماً ، دلتا ، ومو العوّاء : الضباع
ثيتـا ، يوتـا ، كبّـا ، لمبـدا العـوّاء : أولاد الضباع .
إبسيلون ، سيغما ، رو ، زيتا ، إيتا العـوّاء : الرمح

عين الثور ALDEBARAN

أحد اسماء الدبران وهو ألفا الثور من القدر ١,١ وفئة طيفه ٥ .

العينيّة

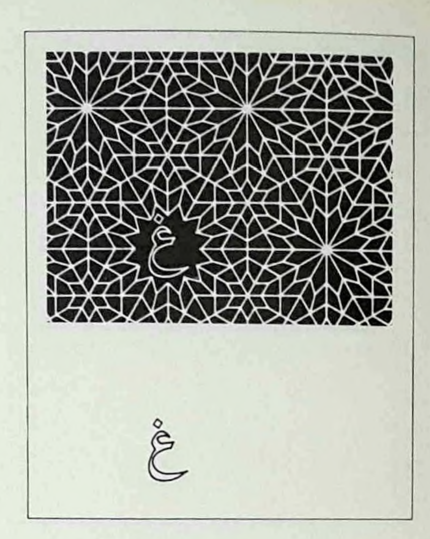
EYEPIECE

في علم البصريّات : عدسة في منظار أو في مجهر موضوعة من جهة عين المراقب تمكّن من دراسة الصورة التي تعطيها الشيئيّة .

العيّوق CAPELLA

نجم هو ألفا العنّاز قدره ٠,٢ وفئة طيفه ج صفر . من أسمائـه رقيب الثـريّا والحـادي والحاذي . ورد في القاموس المحيط أنّ العيّوق نجم أحمر مضيء في طرف المجرّة الأيمن يتلو الثريّا لا يتقدّمها .





الغازات النادرة RARE GASES

في الكيمياء : غازات موجودة في الهواء بكميات ضئيلة . وهذه الغازات هي : الهيليوم والنيون والأرغون والكريبتون والكزينون .

غانيميد GANYMEDE

أحد توابع المشتري الساطعة وأكبرها وأكثرها لمعاناً أكتشفه غاليليو وسيمون ماريوس معاً عام ١٦٠٩ . يبلغ قطره ٥٠٠٠ كيلومتر تقريباً حسب القياسات الحديثة فيكون أكبر حجماً من السّيار عطارد .

الغبار الكونيّ COSMIC DUST

في علم الفلك : جسيمات مادّية صغيرة يحتمل أن يتراوح حجمها بين جزء من مائة وجزء من عشرة آلاف جزء من الملّيمتر تنتشر خلال الفضاء .

الغراب CORVUS

كوكبة جنوبيّة صغيرة فيها عشرة نجوم خلف الباطية على جنوب السماك الأعزل . من أسمائها الخباء والخباء اليمانيّ ومن نجومها :

ألفا الغراب : الخباء ومنقار الغراب

بيتا الغراب : رجل الغراب

غماً الغراب : جناح الغراب الأيمن أي الغربيّ

دلتا الغراب : جناح الغراب الشرقيّ

بيتا ، غماً ، دلتا ، إبتا الغراب : عجز الأسد .

غرفة الاشتعال FIRING CHAMBER

غرفة في محرّك صاروخيّ يُشعل فيها الوقود مع المؤكسد لإحداث ضغط غازي يعطي مقداراً من السرعة كافياً للدفع .

الغفْر GHAFAR

نجوم في العذراء سمّيت بهذا الأسم لنقصان ضوء كواكبها كأنه قد سترها أو غطّاها جرم آخر .

غماً GAMMA

الحرف الثالث من الأبجديّة اليونانية وفي علم الفلك يشير عادة إلى النجم الثالث في كوكبة من حيث تألّقه .

غماً الدبّ الأكبر GAMMA URSIS MAJORIS

نجم هو الفخذ أو فخذ الدبّ الأكبر

غماً العقرب GAMMA SCORPII

نجم هو تالي الشولة ومن أسمائه اللسعة وزباني العقرب .

غماً المرأة المسلسلة GAMMA ANDROMEDAE

نجم هو العناق أو عناق الأرض ويقال له الماق والموق ورجل المسلسلة .

غماً نُعيم GAMMA CRUCIS

في علم الفلك : نجم في كوكبة الصليب الجنوبيّ أو نعيم قدره ١,٦ وهو عملاق أحمر .

الغميصاء PROCYON

نجم مزدوج هو ألفا الكلب الأصغر ويعدّ التاسع بين النجوم الأكثر ضياء في السماء . قدره ٠,٥ وفئة طيفه ف ٥ أمّا بعده عن الأرض فيبلغ مسافة ١١ سنة ضوئيّة .

الغول ALGOL

نجم هو بيتا فرساوس وهو نجم متغيّر يتألّف من كوكبين أحدهما ساطع والثاني مظلم يدوران حول مركز ثقل مشترك في مدّة يومين

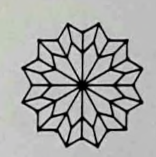
و ١٢ ساعة . فئة طيفه ب ٨ . ويسمّى أيضا رأس الغول .

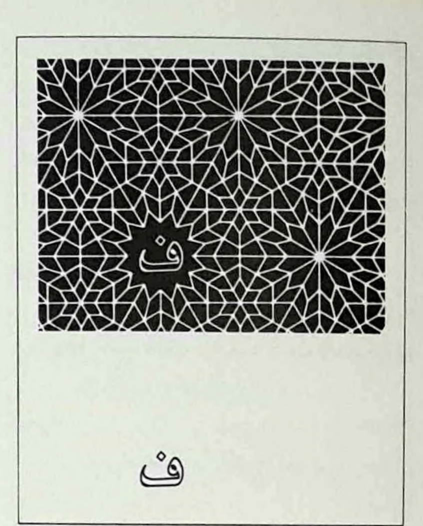
الغيمة CLOUD

مجموعة من الجسيمات الدقيقة السائلة أو الجامدة التي تظلّ معلّقة في الجوّ تحت تأثير حركات الهواء العموديّة .

غيمتا ماجلاّن MAGELLANIC CLOUDS

اسم يطلق على مجرّتين صغيرتين تقعان على بعد ١٥٠ ٠٠٠ سنة ضوئية عن الأرض وهما غيمة ماجلاّن الصغرى وغيمة ماجلاّن الكبرى القريبتان من القطب السماويّ الجنوبيّ وتعتبران تابعتين لمجرّتنا .





ف ــ ٢ V-2

قذيفة باليستيكيّة استعملها الألمان في المراحل الأخيرة للحرب العالميّة الثانية وقد اشتقّ منها الصاروخ الأمريكيّ فايكنغ . وقودها كان كحولاً إيثيلياً والمؤكسد أكسيجيناً سائلاً وقد بلغت أقصى سرعة لها عند انقطاع الدفع حوالى ٥٠٠٠ كلم في الساعة .

فانغارْد VANGUARD

قمر اصطناعي تجريبي قام بتطويره معمل البحريّة الأمريكيّة للبحوث ثمّ تولّته بعد ذلك هيئة ناسّا . أطلق أوّل قمر من هذا النوع في السابع عشر من شهر مارس عام ١٩٥٨ ويتوقع بقاؤه في مداره أكثر من مائتي عام .

الفخذ PHECDA

نجم هو غماّ الدبّ الأكبر واسمه الكامل فخذ الدبّ الأكبر . قدره ٢,٥ وفئة طيفه صفراء .

الفراغ VACUUM

فضاء لا توجد فيه جزيئات ولا ذرّات . والفراغ الكامل لا يمكن الحصول عليه طالما أن لكلّ مادّة تحيط بفضاء ضغط بخار محدّد . فاللفظة تستعمل عادة لتعني فضاء يحتوي على هواء أو غاز آخر أو جسيمات تحت ضغط منخفض جداً

الفرجار CIRCINUS

كوكبة جنوبيّة مولّدة لا يتعدّى قدر أسطع نجومها ٣,٤ .

الفرد ALPHARD

نجم هو ألفا الشجاع ومن أسمائه قلب الشجاع وعنق الشجاع وسهيل الفرد . سمّي النجم بالفرد لانفراده عن أشباهه وتنحّيه إلى ناحية الجنوب .

الفرس ALPHERATZ

نجم هو ألفا المرأة المسلسلة . يقال لهذا النجم مع جناح الفرس الفرغ المؤخّر أو الفرغ الثاني .

الفرس الأصغر EQUULEUS

كوكبة شماليّة هي قطعة الفرس . أنظرها .

الفرس الأعظم PEGASUS

كوكبة شماليّة قريبة من المرأة المسلسلة وإلى شرقيّها يقع العنقود الكروي م ١٥ . تعرف هذه الكوكبة بسهولة من اربعة نجوم كبيرة فيها تؤلف مربّعاً وهي المركب والساق والجنب والسرّة

ألفا الفرس الأعظم : المركب
بيتا الفرس الأعظم : منكب الفرس أو الساق
غماّ الفرس الأعظم : الجنب
إبسيلون الفرس الأعظم : الأنف
دلتا الفرس الأعظم : السرّة
زيتا الفرس الأعظم : سعد النعامة
إيتا الفرس الأعظم : سعد المطر
ثيتا الفرس الأعظم : سعد البهام
مو الفرس الأعظم : سعد البارع
تاو الفرس الأعظم : سعد النعائم أو المركب أو السلّم
ألفا وبيتا الفرس الأعظم : الفرغ المقدّم وهو المنزل السادس والعشرون من منازل القمر

غماً ودلتا الفرس الأعظم : الفرغ المؤخّر وهو المنزل السابع والعشرون من منازل القمر

بيتا الفرس الأعظم وألفا المرأة المسلسلة : ضلع المربّع الشمالي

ألفا وغماً الفرس الأعظم : ضلع المربّع الجنوبيّ

ألفا وبيتا وغماً الفرس الأعظم وألفا المرأة المسلسلة

ثيتا واوبسيلون الفرس الأعظم : سعد البهام

تاو وأوبسيلون الفرس الأعظم : البدن

زيتا وكسي الفرس الأعظم : سعد الهمام

نو الفرس الأعظم : فم الفرس

لمبدا ومو الفرس الأعظم : سعد بارع

إيتا وأوميكرون الفرس الأعظم : سعد مطر

ثيتا ومو الفرس الأعظم : سعد النهر

فرساوس PERSEUS

كوكبة شمالية تقع في الشرق من ذات الكرسي على طريق المجرّة فيها الغول النجم المتغيّر والمرفق النجم المزدوج الذي يرى بالعين المجرّدة والعنقود الكروي م ٣٤ . والكوكبة تمثّل رجلاً لابساً خوذة مجنح الرجلين في يده اليمنى سيف وفي اليسرى رأس غول موقعه إلى الشرق من ذات الكرسي .

ألفا فرساوس : المرفق

بيتا فرساوس : الغول

أوميغا فرساوس : عاتق الثريّا

كسي فرساوس : منكب الثريّا

كبّا فرساوس : معصم الثريّا

إيتا وغماً فرساوس : الساعد

بسي فرساوس : إبرة المرفق

سيغما فرساوس : المأبض

دلتا ونو وإبسيلون فرساوس : العضد

أوميكرون وزيتا فرساوس : العاتق

الفرسخ النجميّ PARSEC

في علم الفلك : المسافة التي تعطي اختلافاً في المنظر مقداره ثانية من القوس ويساوي ٣,٢٦ سنة ضوئية باعتبار السنة الضوئيّة المسافة التي يقطعها الضوء في سنة كاملة وهو يسير بسرعة ٣٠٠ ألف كيلومتر في الثانية .

الفرضيّة السديميّة NEBULAR HYPOTHESIS

في علم الفلك : فرضيّة تقول بأن النظام الشمسي نشأ عن سديم غازيّ .

الفرضيّة الكويكبيّة PLANETESIMAL HYPOTHESIS

في علم الفلك : فرضيّة تقول بأن الكواكب تنشأ نتيجة لاتّحاد الكويكبات .

الفرقد PHERKAD

نجم هو غماً الدبّ الأصغر ويُسمّى أيضاً أخفى الفرقدين .

الفرن الشمسيّ SOLAR FURNACE

في الفيزياء : جهاز تستعمل فيه الحرارة التي تشعّها الشمس للحصول على درجات حرارة مرتفعة .

الفرود FURUD

نجوم أربعة في خطّ مستقيم يسمّى النسق .

فستا VESTA

أحد الكويكبات الصغرى الموجودة في الفجوة الواقعة بين المرّيخ والمشتري اكتشفته مجموعة من علماء الفلك الألمان بزعامة يوهان شروتر والبارون فون زاخ .

الفضاء الخارجيّ OUTER SPACE

الفضاء الواقع خارج جوّ الأرض مباشرة .

الفكّة ALPHECCA

نجم هو ألفا الإكليل الجنوبيّ .

فلك البروج ECLIPTIC

دائرة كبيرة في الكرة السماويّة ترسمها الشمس في حركتها الخاصّة الظاهرة في مدّة سنة أو ترسمها الأرض في حركتها الحقيقيّة حول الشمس .

فلك التدوير EPICYCLE

في علم الفلك : دائرة صغيرة مركزها في محيط

دائرة كبيرة .

فم الحوت FAMALHUT

نجم هو ألفا الحوت الجنوبيّ ويسمّى أيضاً الضفدع الأوّل .

فنيرا VENERA

مسباران سوفيتّيان فنيرا ٩ وفنيرا ١٠ اطلقا إلى الزهرة فحطّا على سطحها عام ١٩٧٥ وأرسلا عنها إلى الأرض صوراً فوتوغرافيّة .

فوبه PHOEBE

أحد توابع زحل الصغرى وهو أبعدها يقع على مسافة ١٣ مليون كيلومتر من السيّار حركته تراجعيّة وقد يكون كوكباً وقع في أسر السيّار .

فوبوس PHOBOS

أحد تابعي المرّيخ يشرق من غربيّ السيّار ويغيب في شرقيه . مدّة دورانه ٧ ساعات و ٣٩ دقيقة . ولا يتعدّى قطره الظاهر ١٢ درجة أي أقل من نصف قطر القمر كما يرى من الأرض .

فوتومتر طيفيّ SPECTRO PHOTOMETER

في الفيزياء : مقياس الشدّة النسبيّة لأجزاء الطيف .

الفوتون PHOTON

في الفيزياء : جسيم من الطاقة الضوئيّة في النظريّة الكمّيّة .

فوستوك VOSTOK

أوّل قمر اصطناعي مأهول أطلقه الروس في الثاني عشر من نيسان (ابريل) ١٩٦١ وفيه يوري غاغارين الذي أتمّ دورة كاملة حول الأرض في مدّة ١٠٨ دقائق .

فوستوك ١ و ٢ VOSTOK I AND II

مركبتا الفضاء السوفيتّيتان اللتان دار كلّ من غاغارين وتيتوف فيهما حول الأرض .

الفوّهة CRATER

انخفاض يكون عادة في القسم الأعلى من بركان لكنّه قد يكون على جنب المخروط أو في أسفله ومنه تخرج الحمم .

الفيزياء الفلكيّة ASTROPHYSICS

فرع من علم الفلك يدرس الخصائص والظاهرات الفيزيائيّة للأجرام السماويّة وهو يعتمد في الدرجة الأولى على المطياف الذي يحلّل ضوء النجوم فيبيّن الموادّ التي تتألف منها والظروف الفيزيائيّة السائدة على سطحها وفي جوّها .

فيكنغ VIKING

مسباران امريكيّان هما فيكنغ ١ وفيكنغ ٢ هبطا على سطح المرّيخ في شهر آذار عام ١٩٧٦ .



القارّة CONTINENT

مساحة واسعة من الأرض اليابسة تحيط بها البحار . والقارّات هي : أوربا وآسيا وإفريقيا وأمريكا وأوقيانيا وتشغل أقلّ من ثلث سطح الكرة الأرضيّة ويقع القسم الأكبر منها في نصف الكرة الأرضيّة الشماليّ .

القائد ALKAID

نجم هو إيتا الدبّ الأكبر واسمه الكامل قائد بنات نعش .

القبّة CORONA AUSTRALIS

كوكبة جنوبيّة هي الإكليل الجنوبيّ ، اطلبه .

قبلة الشمس SOLAR APEX

في علم الفلك : النقطة التي تندفع نحوها المجموعة الشمسيّة بسرعة عشرين كيلومتراً في الثانية .

قبلة الشمس المضادّة SOLAR ANTAPEX

في علم الفلك : النقطة المقابلة لقبلة الشمس .

القدر MAGNITUDE

في علم الفلك : لمعان نجم . والقدر الأوّل هو لمعان لهب شمعة على بعد ٤٠٠ متر تقريباً . ويتناقص ترتيب القدر من الأوّل حتى العشرين بنسبة قوّة ٢,٥ . فالقدر الأوّل يساوي مائة مرّة القدر السادس . والنجوم ذات القدر بين الأوّل والسادس تُرى بالعين المجرّدة . المقادير السالبة تُستعمل للأجرام التي يزيد لمعانها عن القدر الأوّل .

القدر الظاهر APPARENT MAGNITUDE

في علم الفلك : القدر الظاهر أو المرئيّ لجرم من الأجرام السماويّة هو قيمة يتميّز بها ضياء هذا الجرم كما تراه العين . وكلّما كان الجرم أكثر ضياء يصغر العدد الذي يشير إليه . فكوكب من القدر الأوّل أكثر ضياء من كوكب من القدر الثاني مثلاً .

قذيفة موجّهة GUIDED MISSILE

مركبة ليس فيها إنسان تتحرّك بعيداً عن سطح الأرض ويمكن لمحطة على الارض تغيير مسارها في الجوّ بعد إطلاقها وطوال مدة طيرانها وهي تختلف عن القذيفة الباليستيكيّة .

القَرد STRATOCUMULUS

سحاب مؤلّف من كرات ضخمة داكنة فوق قاعدة أفقيّة مسطّحة وكثيراً ما يحجب السماء كلها وبخاصّة في الشتاء .

القرص DISC

يقال عن سطح الشمس والقمر والسيّارات وتوابعها الشبيه بالقرص لقربها إلينا . أمّا النجوم الثوابت فلا تشاهَد إلا كنقطة نور لبعدها الشاسع عنّا .

القرنان CUSPS

قرنا القمر حيثما يكون هلالاً تشبيها له بقرن السهم .

القزع CUMULUS

سحاب مؤلّف من عناقيد مدوّرة ذات قاعدة مسطّحة .

القزع الرهجيّ CUMULOSTRATUS

سحابة قزعيّة تنبسط قاعدتها أفقيّاً مثل سحابة رهجيّة .

القزع الطخروريّ CUMULOCIRRUS

سحابة قزعيّة صغيرة على ارتفاع عال بيضاء رقيقة مثل الطخرور .

القزم الأبيض WHITE DWARF

نجم يتكوّن من موادّ متحلّلة وهو صغير الحجم عظيم الكثافة تبلغ كثافته أحياناً حوالى مليون مرّة كثافة الماء وليس فيه أيّ مصدر للطاقة النوويّة .

قصور ذاتيّ INERTIA

في الفيزياء : صفة في المادة تجعل أن الأجسام لا تستطيع من ذاتها أن تغيّر حالة السكون أو حالة الحركة التي تكون فيها .

القطب POLE

في الجغرافيا : كلّ من طرفي محور الأرض وهما

قطبان القطب الشمالي والقطب الجنوبي .
في علم الفلك : كلّ من طرفي المحور الخيالي الذي تدور حوله الكرة السماويّة خلال ٢٤ ساعة .

القطب المغنطيسي MAGNETIC POLE

في الجغرافيا : الموضع من الكرة الأرضيّة الذي يساوي فيه ميل الإبرة المغنطيسية تسعين درجة .

القطع الناقص او الإهليلج ELLIPSE

في الهندسة : منحنٍ يُرسم حول نقطتين تسمّيان بؤرتين بحيث يكون مجموع المسافتين بين أيّة نقطة على المنحني والبؤرتين ثابتاً . مسارات السّيارات في المجموعة الشمسيّة كلّها من نوع القطع الناقص .

قطعة الفرس EQUULEUS

كوكبة شماليّة تتقدّم الفرس الأعظم ويطلع الفرس الأوّل قبلها .

القلائص HYADES

نجوم بشكل ٧ في كوكبة الثور منها الدبران وهي تشكّل عنقوداً متفتحاً . كان القدماء يعتقدون أنّها عندما تطلع مع الشمس تبشّر بالمطر ومن هنا اسمها اليوناني .

قلب الأسد REGULUS

نجم هو ألفا الأسد وهو العشرون بين أكثر النجوم ضياء في السماء . قدره ١,٣٥ وفئة طيفه ب ٨ أمّا بعدهُ عن الأرض فيبلغ مسافة ٦٧ سنة ضوئيّة .

قلب العقرب ANTARES

نجم هو ألفا العقرب من القدر الثاني فئة طيفه م ١ + أ ٣ . وقلب العقرب المسمّى أيضاً نيّر العقرب عملاق أعظم أحمر . قطره يقدّر بأربعمائة مرّة قطر الشمس وكثافته ١٠ ـ^٨ . أمّا بعده عن الأرض فيبلغ ٢٥٠ سنة ضوئيّة .

قلم النحّات CAELUM

كوكبة صغيرة في نصف الكرة السماويّة الجنوبي . نجمها الرئيسي من القدر الخامس .

القمر المحدّب GIBBOUS-MOON

في علم الفلك : القمر عندما يوجد في التربيع الثاني .

قنطورس CENTARUS

كوكبة جنوبيّة هي الظلمان . اطلبه .

قوانين كبلر KEPLER'S LAWS

ثلاثة قوانين لحركات الكواكب اكتشفها كبلر (١٥٧١ ـ ١٦٣٠) وجاءت تكمل قوانين كوبرنيكس وتصحّحها وتجعلها أكثر دقّة . أهمّها الأوّل : تدور السّيارات في مدارات اهليليجيّة تشكّل الشمس إحدى بؤرتيها .

قوّة فان ديرفال VAN DER WAAL'S FORCE

في الفيزياء : قوّة جذب توجد بين جميع ذرّات الموادّ أو جزيئاتها .

قوّة القصور الذاتي INERTIAL FORCE

في الفيزياء : قوّة تنجم عن ردّ فعل الجسم لقوّة تسارع واقعة عليه تساويها في المقدار وتضادّها في الاتّجاه .

القيثارة LYRA

كوكبة شماليّة صغيرة بين الجاثي والدجاجة فيها نجوم ساطعة منها النسر الواقع ونجم رباعيّ هو إبسيلون القيثارة وسديم دائري م ٥٧ وهو نموذج سدُم هذا النوع .
ألفا القيثارة : النسر الواقع
بيتا القيثارة : الشلياق
غماً القيثارة : السلحفاة
إيتا القيثارة : الأظفار
ألفا وابسيلون وزيتا القيثارة : الأثافي .

قيفاوس CEPHEUS

كوكبة شماليّة تقع بين الدجاجة والتّنين وذات الكرسّي أسطع نجومها من القدر الثالث . جاء في كتاب الصوفيّ أنها بصورة شاب راكع على إحدى ركبتيه وعلى رأسه قلنسوة رأسه في المجرّة ورجله اليسرى على القطب الشماليّ .

ألفا وبيتا قيفاوس : كوكبا الفرق
ألفا قيفاوس : الذراع اليمنى
بيتا قيفاوس : الفرق إلى الشمال من ألفا
غماً قيفاوس : الراعي
كسي قيفاوس : القرحة
رو قيفاوس : كلب الراعي
إيتا وثيتا قيفاوس : القدر

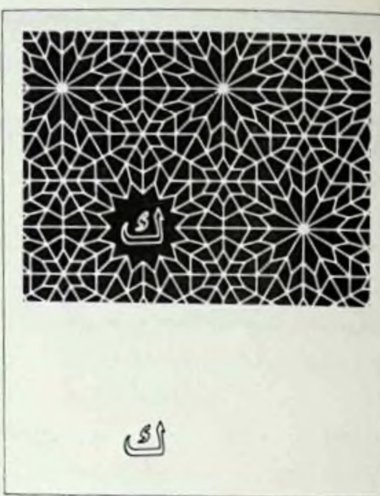
قيطس

CETUS

كوكبة جنوبيّة تسمّى أيضاً سبع البحر وهي أكبر جميع الكوكبات مساحة على هيئة حيوان بحريّ مقدّمه في ناحية المشرق على جنوب كوكبة الحمل ومؤخّره في ناحية المغرب قرب كوكبة الدلو .

ألفا قيطس : المنخر
بيتا قيطس : ذنب قيطس الجنوبيّ ، الضفدع الثاني ، أصل الذنب
غماً قيطس : كف الجزماء
زيتا قيطس : بطن قيطس
إيتا قيطس : آخر النعامات
بوتا قيطس : ذنب قيطس الشمالي
أوميكرون قيطس : الأعجوبة
إبسيلون وبي و رو وسيغما قيطس : صدر قيطس
تاو قيطس : أوّل النعامات
تاو ونو وزيتا وثيتا وإيتا قيطس : النعامات
لمبدا قيطس : المنخر





الكأس CRATER

كوكبة صغيرة في نصف الكرة السماويّة الجنوبيّ إلى الجنوب من برجي الأسد والسنبلة أوّل كواكبها مشترك بينها وبين الشجاع . وتسمّى أيضا الباطية .

الكبسولة CAPSULE

غرفة محكمة ضغطها ثابت وظروفها الداخليّة ملائمة لحياة إنسان أو حيوان يطير على ارتفاعات عالية جدّاً أو يدور في الفضاء الخارجيّ .

الكبش أو الحمل ARIES

كوكبة في نصف الكرة السماويّة الجنوبيّ تقع في منطقة البروج وهي على هيئة حروف ملتفت إلى الوراء ووجهه إلى ظهره وله قرنان كالكبش .

الكرة السماويّة CELESTIAL GLOBE

في علم الفلك : كرة تمثّل الأجرام السماويّة .

كرسي المصوّر PICTOR

كوكبة جنوبيّة مولّدة لا تحتوي إلاّ على القليل من النجوم الضعيفة .

كرسي النحّات SCULPTOR

كوكبة جنوبيّة مولّدة بين الكركيّ والعنقاء .

الكركيّ GRUS

كوكبة مولّدة في نصف الكرة السماويّة الجنوبيّ قريبة من الدلو والجدي يشبه شكلها شكل طائر مبسوط الجناحين

الكروموسفير CHROMOSPHERE

في علم الفلك : جوّ الشمس الملوّن بين الإكليل والطبقة العاكسة ، له لون قرمزيّ مميّز تنطلق منه عادة شواظات هائلة .

الكسوف SOLAR ECLIPSE

في علم الفلك : ظاهرة طبيعيّة تتميّز باحتجاب ضوء الشمس إمّا كليّاً وإمّا جزئيّاً ويحدث ذلك إذا توسّط القمر بين الأرض والشمس وحجب جزءاً من قرصها أو كلّه .

كسي المرأة المسلسلة KSI ANDROMEDAE

نجم هو الذيل أو الخمار .

الكلب الأصغر CANIS MINOR

كوكبة شماليّة تقع بالقرب من خطّ الاستواء وراء الجبّار على الجانب المقابل من المجرّة وإلى الجنوب من التوأمين . نجمها الرئيسيّ الغيمصاء وقدره ٠,٥ .

ألفا الكلب الأصغر : الغيمصاء

بيتا الكلب الأصغر : مرزم الغيمصاء

ألفا وبيتا الكلب الأصغر : ذراع الأسد المقبوضة .

الكلب الأكبر CANIS MAJOR

كوكبة جنوبيّة تحت الجبّار وإلى يساره على حافة درب التبّانة . نجمها الرئيسيّ ألفا الكلب الجبّار أو الشعرى اليمانيّة وهو أسطع نجوم السماء ضياء . في هذه الكوكبة نجوم عدّة مزدوجة وعناقيد نجميّة ترى بالعين المجرّدة .

ألفا الكلب الأكبر : الشعرى اليمانيّة أو شعرى العبور أو كلب الجبّار

بيتا الكلب الأكبر : مرزم الشعرى

بيتا الكلب الأكبر وبيتا الكلب الأصغر : الرزمان

دلتا الكلب الأكبر : الوزن

إبسيلون الكلب الأكبر : العذارى

إيتا الكلب الأكبر : العُذرة

زيتا الكلب الأكبر : الفرود

زيتا وإبسيلون وغماً ونو ومو الحمامة : الأغربة والفرود

كلفة الشمس SUNSPOT

في علم الفلك : إحدى كلف الشمس وهي بقع داكنة تبدو بين فترة وأخرى على سطح الشمس .

كلّيستو CALLISTO

احد توابع المشتري الساطعة اكتشفه غاليليو وسيمون ماريوس في آن واحد عام ١٦٠٩ وهو التابع الثاني بعد غانيميد من حيث الحجم لكنه اقلّ منه تماسكاً وكثافة .

الكمّ QUANTUM

كمّيّة محدّدة من الطاقة مصحوبة بموجات كهرطيسيّة مثل الضوء وأشعّة غماً والأشعّة السينيّة وتعتمد فقط على تردّد الإشعاع . فإذا كانت (ت) هي تردّد الإشعاع فإنّ كمّ الطاقة يكون (هـ ت) حيث (هـ) هي ثابتة بلانك .

الكوّارة

COMA BERENICES

كوكبة شماليّة هي الذؤابة . اطلبها .

الكوثل PUPPIS

في علم الفلك : اسم أطلق على جزء من كوكبة برج السفينة في السماء الجنوبيّة بعد تقسيمه إلى جؤجؤ وكوثل وأشرعة ، والكوثل لغةً هو مؤخّر السفينة .

الكور FORNAX

كوكبة صغيرة في نصف الكرة السماويّة الجنوبيّ بين قيطس والنهر .

الكوزموغرافيا COSMOGRAPHY

علم يبحث في مظهر الكون وتركيبه العامّ وهو يشمل علوم الفلك والجغرافيا والجيولوجيا .

الكوزمولوجيا COSMOLOGY

علم يبحث في أصل الكون وبنيته العامّة وعناصره والقوانين التي تسيّره .

الكوكب الشماليّ KOCHAB

نجم هو بيتا الدبّ الأصغر أو نيّر الفرقدين قدره ٢,٢ وفئة طيفه ك ٥ .

الكوكبة CONSTELLATION

مجموعة من النجوم الثابتة التي تبدو متجاورة تمثّل صورة اصطلاحيّة معيّنة . فللتعرّف إلى النجوم جمعت في ٨٨ كوكبة أو صورة تذكّر أسماؤها بأشكالها .

الكون UNIVERSE

العالم بأسره بما فيه الأرض والكواكب والسيّارات .

الكويكب PLANETESIMAL

في علم الفلك : أحد الكويكبات وهي أجرام سماويّة صغيرى يظنّ أنّها وجدت في مرحلة مبكّرة من نشوء النظام الشمسي .

الكويكبات ASTEROIDS

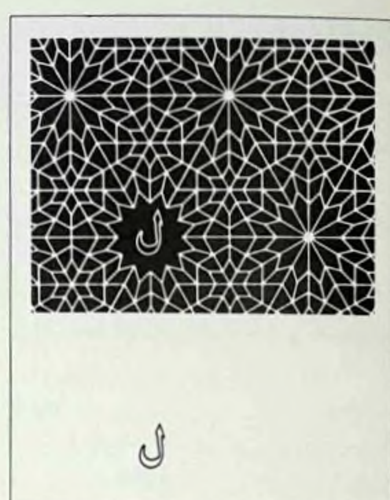
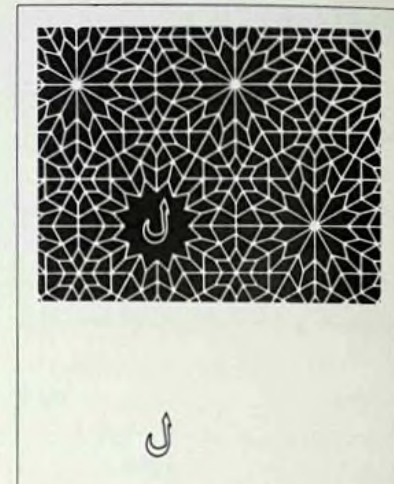
في علم الفلك : آلاف السيّارات الصغرى الواقعة بين المرّيخ والمشتري ولا يزيد محيطها ، ما عدا سيريس ، عن ٥٠٠ كلم وترى إحداها فستا أحياناً بالعين المجردة .

الكويكبات الطروادية TROJANS

مجموعة من السيّارات الصغرى الكائنة في الفجوة الواقعة بين المرّيخ والمشتري تسير في مسار زحل وهي فئتان : فئة تقع على بعد ٦٠ درجة تقريباً وراء السيّار والفئة الثانية على بعد ٦٠ درجة أمامه .

كيس الفحم COAL SACK

في علم الفلك : اسم يطلق على سديم هو كناية عن كتلة هائلة من الغبار والغاز تحول دون عبور ضوء النجوم الموجودة وراءها وهو يقع في كوكبة الصليب الجنوبيّ ، يعتبره علماء الفلك أجمل السدم المظلمة .

اللبلاب COMA BERENICES

كوكبة شمالية هي الذؤابة . اطلبها .

اللصف او التفلور FLUORESCENCE

في الفيزياء : الاستشعاع وهو إطلاق نور ناشىء عن امتصاص الإشعاع من مصدر آخر .

اللصيق ACOLYTE

نجم خفيّ قرب نجم آخر أشدّ لمعاناً منه . ويسمّى أيضا التابع .

لقاء مداري ORBITAL RENDEZVOUS

لقاء بين روّاد الفضاء في مدار تسير فيه سفنهم الفضائيّة .

لمبدا LAMBDA

الحرف الحادي عشر من الابجدية اليونانية ويطلق عادة على النجوم من الاقدار الضعيفة .

لمبدا الأسد LAMBDA LEONIS

نجم هو الطرف أو الطرفة وهو المنزل التاسع من منازل القمر .

لمبدا التنين LAMBDA DRACONIS

نجم هو ذنب التنين .

لمبدا الجاثي LAMBDA HERCULIS

نجم هو معصم الجاثي .

لمبدا الجوجؤ LAMBDA CARINAE

نجم هو سهيل الوزن .

لمبدا قيطس LAMBDA CETI

نجم هو المنخر أو منخر قيطس .

اللهاة ASINUS BOREALIS

نجم في كوكبة السرطان هو ابسيلون السرطان ومن اسمائه الحمار الشمالّ والمعلف والنثرة والحظيرة .

لونا ١ LUNA 1

أول مسبار روسي حلّق فوق القمر في عام ١٩٥٩ .

لونا ١٧ LUNA 17

مسبار فضائي سوفييتي أطلق إلى القمر ناقلاً إليه المجنزرة لونوكهود ١ في عام ١٩٧٠ .

لونوكهود ١ LUNOKHOD 1

مجنزرة سوفييتية أرسلت إلى القمر عام ١٩٧٠ فعملت أكثر من ١١ شهراً وأرسلت معلومات قيمة عن هذا الكوكب .

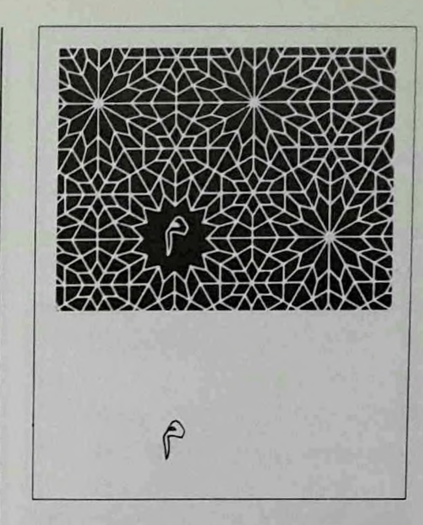
لونيك LUNIK

تعبير روسي لمسابير الفضاء التي يقذفها الروس نحو القمر لتقترب منه أو تدور حوله أو تصطدم به .

الليزر LASER

الميزر البصريّ وهو مضخّم للموجات الدقيقة بالابتعاث الإشعاعيّ المستثار بالطاقة الضوئيّة .





مارينر MARINER

برنامج هيئة ناسا الأمريكيّة لإرسال مسابير محمّلة بالأجهزة نحو المرّيخ والزهرة .

مارينر ٢ MARINER 2

أوّل مسبار فضائي أميركيّ بلغ هدفه محلّقاً فوق الزهرة عام ١٩٦٤ وأرسل عنها معلومات موثوقة .

مارينر ٩ MARINER 9

سفينة فضائيّة أطلقها الأمريكيّون عام ١٩٧١ إلى المرّيخ فدارت حوله وكانت أوّل تابع اصطناعيّ له .

مبادرة الاعتدالين PRECESSION OF EQUINOXES

تقدّم سنويّ لوقت الاعتدال ناجم عن تقهقر النقطة الاعتداليّة ويأتي نتيجة مباشرة لحركة مبادرة محور دوران الأرض في الفضاء .

المبدأ PRINCIPLE

في الفيزياء : قانون ذو صفة عامّة يسيّر مجموعة من الظاهرات ، كمبدإ التكافؤ .

مبدأ دوبلر DOPPLER PRINCIPLE

في الفيزياء : مبدأ يقول إنه إذا اقترب جسم تصدر عنه ذبذبات ، أو موجات ، من المشاهد يبدو تردّد الذبذبات أو الموجات وكأنه يزداد والعكس بالعكس .

المبيان ORRERY

أداة تبيّن مواقع الكواكب وحركاتها في النظام الشمسّي .

المتجدّد الأعظم SUPER NOVA

في علم الفلك : نجم متفجّر فائق التوهّج .

متزامن SYNCHRONOUS

صفة تطلق على الحركات التي تحدث في آن واحد .

المتغيّرة VARIABLE

في الرياضيّات : حدّ غير معينّ يمكن استبداله في علاقة أو في تابع من حدود معيّنة مختلفة هي قيمه .

المثلّث TRIANGULUM

كوكبة صغيرة في النصف الشماليّ من الكرة السماويّة بين الحمل والمرأة المسلسلة .

ألفا المثلّث : رأس المثلّث

ألفا وبيتا المثلّث : الميزان .

المثلّث الجنوبيّ TRIANGULUM AUSTRALE

كوكبة جنوبيّة تقع بمحاذاة كوكبة قنطورس أو الظُلمان ، شكلها واضح المعالم نجمها الرئيسّي برتقاليّ اللون ومن القدر ١,٩ أمّا النجمان الباقيان فمن القدر الثالث .

مجال الجاذبية GRAVISPHERE

امتداد كروي تكون فيه قوة جاذبية جرم سماوي سائدة بالنسبة الى قوى جاذبية الاجرام الاخرى .

مجال القوّة المركزيّة CENTRAL FORCE FIELD

في الفيزياء : مجال جاذبيّة أو مجال كهرطيسّي يجتذب الأشياء والجسيمات ويحدّ من حركتها .

المجرّة GALAXY

نظام نجميّ يتألّف من قرص له انتفاخ مركزيّ يحتوي على مئات المليارات من النجوم منها الشمس ويبدو بالنسبة إلى مراقب أرضي بشكل

شريط مضيء غير منتظم . وهو النظام الذي ننتمي اليه والمعروف باسم درب اللّبانة أو درب التّبانة وهو يطلق على أيّ نظام نجميّ شبيه بمجرّتنا منه عدد كبير منتشر حتى حدود الكون المرئيّ .

المجسطي ALMAGEST

كتاب بطليموس المشهور في علم الفلك نقله العرب إلى لغتهم .

المجمرة ARA

كوكبة صغيرة في نصف الكرة السماويّة الجنوبيّ تقع فوق ذنب العقرب ليس فيها نجم أكبر من القدر الثالث .

المحاق NEW-MOON

في علم الفلك : شكل القمر الهلاليّ عند أوّل ظهوره .

محطّة فضائيّة SPACE STATION

بناء يتمركز عادة مع الأرض يدور حولها ويمكن العيش فيه . يُستخدم كمحطّة لإطلاق مركبات الفضاء الأخرى أو لأبحاث فضائيّة .

المحور AXIS

القطر الرئيّسي لجسم ما . فمحور الدائرة هو المستقيم المعامد لمستوي الدائرة والمارّ في مركزها .

المختلف المركز EXCENTRIC

في الميكانيكا : قرص يتغيّر مركزه وهو مثبت على محور دوّار ويستعمل للتحكّم ببعض الحركات .

في علم الفلك : يقال عن السيار الذي يختلف مركزه عن مركز نجمه .

المدار ORBIT

في الفيزياء : مسار جسم يتحرّك دوريّاً كمدار الالكترونات حول النواة في ذرّة .

في علم الفلك : منحنٍ مغلق يرسمه سيّار حول الشمس أو تابع حول سيّار .

المدار الثابت STATIONARY ORBIT

في علم الفلك : مدار دائري لتابع يدور حول كوكب في المستوى الاستوائيّ تساوي فترة دورانه فترة دوران الكوكب فيبدو مستقراً .

مدار الجدي TROPIC OF CAPRICORN

دائرة من دوائر الكرة السماويّة تقع على مَيل ٢٣° ٢٧َ جنوبيّ خط الاستواء . ومدار الجدي أيضاً دائرة من دوائر الكرة الأرضيّة تطابق خط العرض ٢٣° ٢٧َ ٥ً وتحدّ جنوباً المنطقة التي تسمّى المنطقة المداريّة .

مدار السرطان TROPIC OF CANCER

دائرة من دوائر الكرة السماويّة تقع على مَيل ٢٣° ٢٧َ شماليّ خطّ الاستواء ويبدو أن الشمس ترسمها في سيرها اليوميّ عند المنقلب الصيفيّ (عندما تدخل في برج السرطان) .

المدار القطبيّ POLAR ORBIT

مدار تابع للأرض يمرّ فوق قطبي الأرض أو بالقرب منهما .

مدارات كبلر KEPLERIAN TRAJECTORY

في علم الفلك : مسارات لها شكل القطع الناقص تدور فيها الأجرام السماويّة (والأقمار الاصطناعيّة) حسب قانون كبلر الأوّل لحركة الأجرام السماويّة .

مدّة الدورة المدارية ORBITAL PERIOD

في علم الفلك : الزمن الذي يستغرقه السيّار في قيامه بدورة كاملة حول الشمس .

المدّة الفلكيّة SIDERAL PERIOD

الوقت الذي يستغرقه كوكب أو تابع ليتمّ دورة كاملة حول الجرم الأوّليّ له .

المذنّب COMET

في علم الفلك : كوكب سديميّ الشكل يتألف من نواة مضيئة هي الرأس تحيط بها غمامة غازيّة ومن ذنب متّجه دائماً بالاتجاه المقابل للشمس .

المذياع MICROPHONE

في الفيزياء : آلة تحوّل الاهتزازات الصوتيّة إلى

تذبذبات كهربائية .

المرأة المسلسلة ANDROMEDA

كوكبة في نصف الكرة السماوية الشمالي اسطع نجومها الثلاثة هي سرّة الفرس (ألفا) والمراق (بيتا) والعناق (غماً) وهي على خط واحد تقريباً ومتساوية البعد وتقع في امتداد الخط القطريّ لمربّع الفرس الأعظم . تحتوي هذه الكوكبة على أبعد شيء تمكن رؤيته بالعين المجرّدة في الليالي الصافية الأديم وهو غيمة المرأة المسلسلة الكبرى م ٣١ التي تبعد عن الأرض مسافة مليوني سنة ضوئية .

ألفا المرأة المسلسلة : سرّة الفرس أو رأس المرأة المسلسلة .

بيتا المرأة المسلسلة : جنب المسلسلة وقلب الحوت والمئزر والرشا والمراق

غماً المرأة المسلسلة : عناق الأرض والماق والبريد ورجل المسلسلة

كسي المرأة المسلسلة : الذيل والحمار

المراق MERAK

نجم هو بيتا الدبّ الأكبر واسمه الكامل مراق الدبّ الأكبر . قدره ٢,٤ وفئة طيفه صفراء .

المراق MIRACH

نجم هو بيتا المرأة المسلسلة . قدره ٢,٤ وفئة طيفه م صفر .

المرجفة SEISMOGRAPH

أداة لتحديد مواقع الزلازل وقوّتها .

المرحّل او تلستار RELAY

في الكهرباء : أداة تتلقّى الرسائل البرقيّة أو البرامج الإذاعيّة أو التلفزيونيّة وتنقلها بقوّة أعظم وبذلك تضاعف المسافة التي تنقل عبرها .

المرزم MIRZAM

نجم هو بيتا الكلب الأكبر . وهناك نجوم ثلاثة أخرى تسمى المرزم ، مرزم الجوزاء أي ألفا الجوزاء والمرزم الناجد وهو غماً الجوزاء ومرزم الكلب الأصغر أي بيتا الكلب الأصغر .

مرسمة الإكليل CORONAGRAPH

في علم الفلك : جهاز اخترعه الفلكيّ الفرنسي برنار ليو (١٨٩٧ - ١٩٥٢) يمكّن من دراسة الجزء الداخلي من إكليل الشمس في أيّ وقت كان .

المرصد OBSERVATORY

منشأة للملاحظات الفلكيّة وللأرصاد الجوّيّة .

المرصدة METEOROGRAPH

في علم الفلك : آلة تستعمل لتسجيل الظاهرات الجوّية .

المرطاب HYGROMETER

جهاز قياس الرطوبة النسبيّة في الجوّ .

المرطاب الآليّ HYGROGRAPH

مقياس لتسجيل تقلّبات الرطوبة الجوّيّة بطريقة آليّة .

المرفق MIRFAK

نجم هو ألفا فرساوس قدره ١,٩ وفئة طيفه ف ٥ .

المرقب

هو التلسكوب فاطلبه .

مرقبة الطيف الشمسي SPECTROHELIOSCOPE

في علم الفلك : السبكتروهليوسكوب وهو آلة لتصوير التفاصيل على سطح الشمس باستخدام الضوء الآتي من إشعاع طيفيّ واحد .

المركبة الصاروخيّة ROCKET SHIP

مركبة مسيّرة بالصواريخ قادرة على الانطلاق خارج جوّ الأرض .

المركز السطحي EPICENTER

في الجيولوجيا : سطح الأرض الواقع مباشرة فوق بؤرة الزلزال .

مركز الكتلة CENTER OF MASS

مركز الجاذبيّة وهو النقطة التي يمكن اعتبار كلّ كتلة الجسم أو الأجسام مركّزة فيها مع أخذ الحركة بعين الاعتبار . فمركز الكتلة في الأرض

الذي يدور حوله القمر ليس هو مركز الكتلة نفسه للجرمين معاً عند دورانهما حول الشمس .

المركم ACCUMULATOR

في الفيزياء : آلة تختزن الطاقة الكهربائيّة بشكل كيميائيّ لتعيدها حسب الرغبة بشكل تيار كهربائي .

مركوري MERCURY

مشروع هيئة ناسا الأمريكيّة لإطلاق إنسان إلى الفضاء .

المرّيخ MARS

أوّل السيّارات الخارجية (التي تفوق مسافتها عن الشمس مسافة الأرض) في النظام الشمسي . جوّه أكثر تخلخلاً من جوّ الأرض ويتألّف من بخار الماء . على سطحه مناطق فاتحة ومناطق قاتمة تتغيّر مع الفصول يبدو أنها مستنقعات ومناطق نباتات خالية من اليخضور . يلاحظ على كلّ من قطبيه بقع بيضاء ساطعة تتغيّر مساحتها مع الفصول ويعتقد أنها كتل من الثلج أو الجليد . على سطحه فوّهات عديدة لا يتعدّى قطر بعضها ٤ كيلومترات . للمرّيخ تابعان هما فوبوس وديموس لا يتعدّى قطراهما ١٠ و ١٥ كلم .

المسار TRAJECTORY

خطّ ترسمه نقطة مادّية متحرّكة من نقطة انطلاقها إلى نقطة وصولها .

المسار المداريّ ORBITAL PATH

الطريق الذي يسلكه تابع او سيار في دورانها حول جرم آخر .

المسافة السمتيّة ZENITAL DISTANCE

الزاوية بين نجم ومشاهد وسمت هذا المشاهد .

المستسعر او المتجدد NOVA

في علم الفلك : نجم يتعاظم ضياؤه فجأة ثم يخبو بعد بضعة شهور أو بضع سنين .

المستكشف DISCOVERER

سلسلة من الأقمار الاصطناعيّة التابعة لقسم القذائف الباليستيكيّة الأمريكيّة تقذف لدراسة قدرة إداء الأقمار والتحكّم في حركتها واستعادتها إلى الأرض .

مسطرة النقّاش NORMA

كوكبة جنوبيّة مولّدة بين النهر والحمامة ويقال لها المربّع أيضاً .

المسماع المائيّ HYDROPHONE

آله للإصغاء إلى الصوت المرسل خلال الماء .

المشتري JUPITER

خامس سيارات النظام الشمسيّ الرئيسيّة بالنسبة إلى بعده عن الشمس تفوق كتلته كتلة جميع السيّارات الأخرى مجتمعة . معدّل بعده عن الشمس ٧٧٨ مليون كلم . تتمّ دورته المدارية في مدّة ١١،٨٦ سنة . يساوي حجمه ١٣٠٠ مرة حجم الأرض ولا تزيد كتلته إلاّ ٣١٨ مرّة على كتلة الأرض أما قطره فيبلغ ١٤٢٠٠٠ كلم . يدور السيّار على ذاته في ١٠ ساعات و ٥٠ دقيقة وعلى سطحه مناطق فاتحة ومناطق قاتمة موزّعة بموازاة خطّ الاستواء . تبلغ حرارة السطح - ١٤٠° . للمشتري اثنا عشر تابعاً اكتشف غاليليو أوّلها عام ١٦٠٩ وأهمّها يو وأوربا وغنيميد وكلّيستو .

مشقوق BIFID

في علم الفلك : يقال عن المذنّبات إذا كانت مشقوقة شقّين .

المطياف SPECTROSCOPE

آلة معدّة لدراسة مختلف الأطياف الضوئيّة استناداً الى ترتيب الحزوز التي تكوّنها .

المطيافيّة SPECTROSCOPY

في الفيزياء : دراسة الأطياف الضوئيّة .

المعدن METAL

في الكيمياء : جسم بسيط ذو لمعان خاص يوصّل عادة الحرارة والكهرباء ومن خصائصه

أنه يتّحد مع الأكسيجين ليعطي أكسيداً قاعديّاً .

المعلف ASELLUS BOREALIS

نجم في كوكبة السرطان هو إيسيلون السرطان ومن أسمائه النثرة والحمار الشماليّ والحظيرة واللهاة .

المعلم PARAMETER

في الرياضيّات : مقدار متغيّر القيمة تتعيّن بإحدى قيمه نقطة أو منحنٍ أو دالّة .

المغرز MEGREZ

نجم هو دلتا الدبّ الأكبر . وهو من القدر ٣,٤ وفئة طيفه أ ٢ .

المغنطيس MAGNET

أكسيد الحديد الطبيعيّ يجتذب بعض المعادن . والمغنطيس قضيب أو إبرة من الفولاذ لها هذه الخاصّية .

المغنيزيوم MAGNESIUM

في الكيمياء : معدن صلب لونه إلى البياض الفضّي يحترق في الهواء الطلق ويستعمل في مركّبات صناعيّة عديدة .

المفاعل الذرّي ATOMIC PILE

في الفيزياء : حاشدة ذرّية تستعمل لتأمين سير التفاعل النوويّ .

مفرّغة الهواء ANTLIA

كوكبة صغيرة مولّدة في نصف الكرة السماويّة الجنوبيّ تقع بين الباطية والسفينة .

المفلاك PLANETARIUM

في علم الفلك : جهاز إسقاط يظهر حركة الشمس والنجوم والكواكب في قبّة بأعلاه .

المقابلة OPPOSITION

في علم الفلك : وقوع السيّار في جهة مقابلة لموقع الشمس بالنسبة إلى الأرض .

المقاومة الإطاريّة IMPEDANCE

في الكهرباء : المقاومة في دائرة كهربائيّة كاملة .

المقذافيّة او البلّيستيكا BALLISTICS

علم يدرس قوانين حركة القذائف وهو قسمان : المقذافيّة الداخليّة التي تدرس حركة القذائف ضمن ماسورة المدفع والمقذافيّة الخارجيّة التي تدرسها بعد انطلاق القذيفة .

المقذوفة او القذيفة PROJECTILE

جسم يطلقه مدفع في اتجاه معينّ .

المقراب او المرقب TELESCOPE

هو التلسكوب . انظره .

مقياس الارتفاع ALTIMETER

في الفيزياء : آلة لقياس الارتفاع عن سطح البحر .

مقياس الاستقطاب POLARIMETER

آلة تستعمل لقياس دوران مستوى استقطاب الضوء .

مقياس الزلازل SEISMOMETER

أداة لقياس قوّة الزلازل ومدّتها واتجاهها .

مقياس الفلطيّة VOLTMETER

في الكهرباء : آلة قياس فوارق الجهد في القوى الكهربائيّة المحرّكة .

المكبس PISTON

في الفيزياء : قرص أسطوانيّ يتحرّك باحتكاك خفيف في جسم مضخّة أو في أسطوانة آلة بخاريّة أو في محرّك انفجاريّ .

المكثّف CAPACITOR

في الفيزياء : آلة قادرة على تخزين شحنة كهربائيّة .

مكشاف الاستقطاب POLARISCOPE

آلة لقياس الضوء المستقطب او لفحص المواد او العناصر الموجودة فيه .

الملاحة السماويّة CELESTIAL NAVIGATION

فن قيادة المركبة الفضائية من داخلها باستخدام مواقع الأجرام السماويّة .

الملاحة الفضائيّة ASTRONAUTICS

علم الملاحة بين الكواكب والسيّارات .

الملتهب CEPHEUS

كوكبة شمالية تقع بين الدجاجة والتنين وذات الكرسي ، وهي قيفاوس ، انظره .

الملّيبار MILLIBAR

وحدة لقياس الضغط الجوّيّ تساوي ١/١٠٠٠ من البار أو ألف داين في السنتيمتر المربّع .

الملّيثانية MILLISECOND

جزء من ألف جزء من الثانية .

ممسك الأعنّة AURIGA

العنّاز وهو كوكبة بين الثريّا والدب الأكبر أسطع نجومها العَيّوق وتحتوي على ثلاثة عناقيد نجميّة هي م ٣٦ و م ٣٧ و م ٣٨ . نجمها إبسيلون عملاق أعظم خارق يبلغ قطره ٢٠٠٠ ضعف قطر الشمس .

منازل القمر MOON STATIONS

الشرطان : ألفا وبيتا الحمل 1. Ash-sharatan

البطين في الحمل 2. Albotain

الثريّا في الثور 3. Pleiades

الدبران في الثور 4. Aldebran

الهقعة في رأس الجبّار 5. Alhaka

الهنعة في الجوزاء 6. Alhana

الذراع المبسوطة في الجوزاء 7. Aldhira

النثرة في السرطان 8. Alnathra

الطرف في الأسد والسرطان 9. Altarf

الجبهة في الأسد 10. Aljabha

الزبرة في الأسد 11. Alzubra

الصرفة في الأسد 12. Alsarfa

العوّاء في السنبلة 13. Alawa

السماك الأعزل في السنبلة 14. Alsimak alazal

الغفر في السنبلة 15. Alghafr

الزبانى في الميزان 16. Alzubana

الإكليل في العقرب 17. Aliklil

قلب العقرب في العقرب 18. Alqulab

الشولة في العقرب 19. Alshaula

النعائم في الفرس 20. Alnaaim

البلدة : رقعة قفر لا نجوم فيها بين النعائم وسعد ذابح . 21. Al balda

سعد الذابح في الجدي 22. Sa'd Aldhabih

سعد البالع في الدلو 23. Sa'd Bali

سعد السعود في الدلو والجدي 24. Sa'd Assuud

سعد الأخبية في الدلو 25. Sa'd Alakhb'ya

الفرغ الأوّل أو الفرغ المقدّم في الفرس
26. Al Fargh Alawwal

الفرغ الثاني أو المؤخّر في الفرس والمرأة المسلسلة 27. Al Fargh Althani

بطن الحوت في المرأة المسلسلة .
28. Baten Alhut

المنجل SICKLE

في علم الفلك : صورة في برج الأسد تشبه المنجل .

منجليّ FALCATED

له شكل المنجل يقال عن القمر وعطارد والزهرة عندما تكون أهلّة .

المنحني CURVE

في الرياضيّات : خطّ يتغيّر اتجاهه تدريجياً دون أن يشكّل أيّة زاوية .

المنطقة MINTAKA

منطقة الجوزاء وهي اسم لمجموعة نجوم هي دلتا وزيتا وإبسيلون الجوزاء .

منطقة البروج ZODIAC

في علم الفلك : الدائرة التي ترسمها الشمس في سيرها الظاهريّ من المغرب إلى المشرق وهي مقسومة إلى اثني عشر قسماً طول كل قسم منها ثلاثون درجة .

المنطقة الصامتة ANACOUSTIC ZONE

منطقة توجد على ارتفاعات عالية حيث المسافات بين جزيئات الهواء المتخلخل كبيرة جدّاً فلا تمكّن من انتشار الموجات الصوتيّة فيها .

المنطقة فوق السمعيّة HYPERACOUSTIC ZONE

منطقة في الغلاف الجوّيّ العلويّ فوق الستّين ميلاً حيث المسافة بين جزيئات الهواء المتخلخل تساوي تقريباً طول الموجة الصوتيّة بحيث ينتقل الصوت في طبقة منها في المستويات المنخفضة أمّا في ما يعلو هذه المنطقة فإن الصوت لا يمكنه الانتشار

المنطقة المداريّة TROPICS

في علم الفلك : مساحة في السماء فوق سطح الأرض تبدو فيها الشمس في السمت ويحدّها شمالاً مدار السرطان وجنوبا مدار الجدي .

المنظار الثنائيّ BINOCULAR

منظار ذو عينيّتين وذو انبوبين ينظر من خلاله بالعينين معاً .

منقار الدجاجة ALBIERE

نجم هو بيتا الدجاجة .

منكب الجوزاء

BETELGEUSE

نجم هو ألفا الجوزاء . وهو نجم متغير يتأرجح قدره بين ٠.٤ و ١.٣ . فئة طيفه م ٢ . يقول الإفرنج أن الكلمة مأخوذة من إبط الجوزاء والمعروف أن جميع الفلكيين العرب أجمعوا على تسمية هذا النجم بمنكب الجوزاء وتابعهم في ذلك الدكتور فان ديك الذي رغم مجاراته لهم انفرد بتسميته إبط الجوزاء مجاراة للإفرنج . وكان الدكتور فان ديك يقول لتلامذة الفلك إنّها بيت الجوزاء والقاموس العصري يجعلها بيت العجوز في الطبعة الحديثة (القاموس الفلكيّ والأبراج وصور النجوم أو كوكباتها وأسماؤها العربيّة تأليف منصور حنّا جرداق . المطبعة الأمريكيّة ببروت ١٩٥٠) .

الموجة WAVE

في الفيزياء : اسم يطلق على الخطوط أو على السطوح التي تصاب في وقت ما باهتزاز يمتدّ في المكان .

الموجة الكهرطيسيّة

ELECTROMAGNETIC WAVE

شكل تنتقل فيه الطاقة المشعّة التي تبثّها ذبذبات شحنة كهربائيّة وتضمّ موجات اشعاعية وموجات تحت الحمراء وضوءاً مرئيّاً وموجات فوق البنفسجيّة وأشعّة غما وأشعّة كونيّة إذا اعتبرت ككمّيّة من الطاقة .

ميداس MIDAS

مشروع السلاح الجوّيّ الأمريكيّ لصنع مجموعة من الأقمار الاصطناعيّة تقوم بالكشف عن القذائف التي يطلقها العدو وذلك بواسطة الأشعّة تحت الحمراء ووسائل فنّيّة أخرى .

ميراندا MIRANDA

أحد توابع أورانوس ويبلغ قطره حوالى ٥٥٠ كلم .

الميزان LIBRA

كوكبة جنوبيّة في فلك البروج وهي البرج السابع ولعلّه سمّي كذلك لأن الشمس تدخله في الاعتدال الخريفيّ وموقعه شرقيّ العذراء .

ألفا الميزان : الكفّة الجنوبيّة

بيتا الميزان : الكفّة الشماليّة

ألفا وبيتا الميزان : زبانا العقرب أو يد العقرب وهو المنزل السادس عشر من منازل القمر

المئزر MIZAR

نجم هو بيتا المرأة المسلسلة وآخر هو إبسيلون العوّاء، وثالث هو بيتا الدبّ الأكبر . وقدر هذا الأخير ٢,٤ وفئة طيفه أ ٢ .

الميزوسفير

MESOSPHERE

طبقة من غلاف الارض الجوّيّ واقعة فوق الإيونوسفير ويتجاوز ارتفاعها عادة ٢٥٠ ميلاً فوق سطح الأرض .

الميزونات MESONS

في علم الفلك : جسيمات في الأشعّة الكونيّة كتلتها الراكدة بين كتلتي الإلكترون والبروتون

منها السالبة والموجبة وقد توجد منها المحايدة . شحنتها تساوي شحنة الإلكترونات . يعرف نوعان من الميزونات كتلة أحدهما الراكدة حوالى ٢٨٣ وكتلة الآخر ٢١٥ مرّة كتلة الإلكترون . وهناك دليل على وجود أنواع أخرى .

مَيَسان LIBRATION

تأرجح ظاهر للقمر بالنسبة إلى مراقب موجود على سطح الأرض وهو الترجح القمري . اطلبه .

المنفاق PERISCOPE

في علم البصريّات : جهاز لرؤية الأشياء التي تعلو مستوى نظر المشاهد ويحول دونه ودونها حاجز . يتكوّن أساساً من أنبوبة طويلة في نهايتها منشوران زجاجيّان قائمان وضعا بحيث يدور الضوء في كلّ منهما ٩٠° أثناء انعكاسه على الوجه الأطول لكلّ منهما .

الميكانيكا السماويّة CELESTIAL MECHANICS

فرع من علم الفلك يعنى بدراسة قوانين حركة الأجرام السماويّة والمركبات والأقمار الاصطناعيّة .

الميل الزاويّ DECLINATION

في علم الفلك : البعد الزاويّ لنجم أو كوكب شمالاً أو جنوباً عن خطّ الاستواء السماويّ .

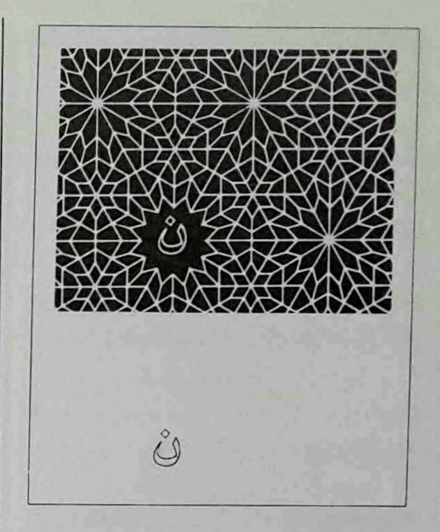
ميماس MIMAS

أحد توابع زحل الصغرى كثافته ضعيفة وقد يكون كتلة ضخمة من الجليد .

الميناء الفضائيّ SPACEPORT

قاعدة لإطلاق الصواريخ أو القذائف أو الأقمار الاصطناعيّة ولإرسائها .





النابض SPRING

في الفيزياء : أداة معدنيّة تتمدّد أو تنقبض أو تلتويّ تحت تأثير قوّة ثمّ تعود إلى سابق حالتها عند زوال تلك القوّة .

ناسا : الهيئة الوطنية للملاحة الجوّية والفضاء .

NASA: NATIONAL AERONAUTICS AND SPACE ADMINISTRATION

وكالة مدنيّة لها سلطة قانونيّة تقوم بأبحاث الملاحة الجوّيّة وتنمي نشاطاتها اعتمدتها حكومة الولايات المتحدة باستثناء النشاطات المتعلّقة بتطوير الأسلحة أو العمليّات الحربيّة أو الدفاع عن الولايات المتحدة .

نبتون NEPTUNE

ثاني سيّارات النظام الشمسّي الرئيسيّة بالنسبة إلى بعده عن الشمس . كان اكتشافه أهم حدث فلكيّ في القرن التاسع عشر . في ٢٣ أيلول (سبتمبر) عام ١٨٤٦ اكتشفه غالّ بالاستناد إلى حسابات أجراها له فرّيه . ونظراً لبعد نبتون لا تمكن رؤيته بالعين المجرّدة . له تابعان : تريتون اكتُشف عام ١٨٤٦ ونريد اكتشف عام ١٩٤٩ .

النثرة PRAESEPE

نجم هو إبسيلون السرطان ويسمّى أيضاً نثرة الأسد وفم الأسد . والنثرة منزلة من منازل القمر وهي بقعة بيضاء لبنيّة .

النجم STAR

جرم سماويّ مضيء بنفسه وهو غير السدم والشهب والنيازك ، وهو واحدة من الشموس الموجودة في الفضاء وهو يتميّز عن الكواكب التي تضيء بانعكاس الضوء عليها .

ن ج ث NGC

الأحرف الأولى لفهرست عام للسدم اسمه New General Catalogue أي الفهرست العام الجديد وضعه الفلكي الدنماركيّ يوهان دراير (١٨٥٤ - ١٩٢٦) استناداً إلى المراقبات التي كان وليم هرشل (١٧٣٨ - ١٨٢٢) وابنه جون هرشل (١٧٩٢ - ١٨٧١) قد قاما بها .

نجم ثاقب SHOOTING-STAR

شهاب يصبح متوهّجاً عند دخوله الغلاف الجوّيّ للأرض لاحتكاكه به .

النجم الثنائيّ BINARY STAR

نظام من نجمين متقاربين يدوران حول مركز جاذبيّة مشترك .

النجم العملاق GIANT STAR

في علم الفلك : نجم ضخم شديد التألّق .

نجم القطب POLARIS

في علم الفلك : أحد النجوم الذي يرى بالعين المجرّدة وهو الآن أقرب النجوم إلى القطب الشمالي للكرة السماويّة .

نجم قطبيّ POLAR STAR

في علم الفلك : أحد نجوم مجموعة الدبّ الأصغر .

نجم متجدد او مستسعر NOVA

نجم يتعاظم ضياؤه فجأة ثم يخبو بعد بضعة شهور أو بضع سنين .

نجم متغيّر VARIABLE STAR

في علم الفلك : نجم يتغيّر بريقه دوريّاً ، كإبطِ الجوزاء مثلاً .

نجم مزدوج DOUBLE STAR

في علم الفلك : نجمان جدّ متقاربين بحيث يبدوان في بعض الأحيان وكأنهما نجم واحد .

النجوم المتلازِّة MULTIPLE STAR

في علم الفلك : مجموعة نجوم متقاربة إلى حدّ أنها تبدو وكأنها تؤلف نظاماً واحداً .

نريد NEREID

في علم الفلك : أحد توابع نبتون الصغرى الذي يعتقد أنه كويكب اجتذبه السيّار فدخل في مدار حوله .

النسر الطائر ALTAIR

نجم هو ألفا النسر قدره ٠,٩ وفئة طيفه أ ٥ . والنسر الطائر هو الحادي عشر من النجوم الأكثر ضياء في السماء . وكان العرب يسمّون النسر والقيثارة النسرين .

النسر الواقع VEGA

نجم هو ألفا القيثارة قدره ٠,١ وفئة طيفه صفراء . والنسر الواقع أكثر نجوم نصف الكرة الشماليّة ضياء .

النشاط الإشعاعيّ RADIOACTIVITY

انحلال تلقائيّ لنواة ذرّة غير مستقرّة ينتج عنها نواة أخرى أكثر استقراراً . ويرافق ذلك عادة انبعاث جسيمات مشحونة مثل جسيمات ألفا أو جسيمات بيتا مع جسيمات غما .

نصف البدر HALF-MOON

في علم الفلك : قمر أو سيّار في الربع الأوّل أو الأخير .

النطاق ALNITAK

نجم هو زيتا الجوزاء . في كوكبة الجوزاء ثلاثة نجوم مصطفّة على وسطها وتسمّيها العرب منطقة الجوزاء أو نطاق الجوزاء فأخذ الافرنج كلمة المنطقة Mintaka وسمّوا بها النجم المتقدّم منها وأخذوا الاسم الثاني أي النطاق وسمّوا به أقربها إلى الأفق أمّا الاسم الثالث فقرأوه النظام ثم قلبوا الظاء لاماً وقالوا النلام Alnilam وسمّوا به الأوسط من هذه النجوم .

نظام إرشاد إشعاعي RADIO RANGE

إشارات إشعاعية ثابتة لتحديد انحراف السير .

نظريّة الكم QUANTUM THEORY

مجموعة نظريّات وقواعد وطرق تلت إدخال بلانك نظريّة في الفيزياء الذرّيّة ونظريّة الإشعاع .

نظريّة النسبيّة RELATIVITY THEORY

في الفيزياء : نظريّة أينشتين القائلة بأن الزمان يختلف بالنسبة إلى مراقبين يتحرّك كلّ منهما بالنسبة إلى الآخر .

نُعيم CRUX

كوكبة في نصف الكرة السماويّة الجنوبيّ تتألفّ من أربعة نجوم ساطعة وسبعة أخرى دونها ضياء . الفرع الطويل من نعيم (النجمان ألفا وغما) متّجه نحو القطب الجنوبيّ . من اسمائه الصليب الجنوبيّ وعرش قيصر .

ألفا نعيم : نيّر نعيم Crux

النفّاث الكهربائيّ ELECTROJET

تيّار يتحرّك في طبقة متأيّنة بأعلى الغلاف الجوّيّ . تتحرّك النفّاثات الكهربائيّة حول خطّ الاستواء تابعة بقع الشمس الداخليّة وكذلك في المناطق القطبيّة حيث تسبّب ظاهرة الأشفاق القطبيّة والنشاط الشمسّي هو الذي يسبّب هذه النفّاثات بشكل عامّ .

النفّاض CUMULUS

سحاب مؤلّف من عناقيد نجوم مدوّرة ذات قاعدة مسطّحة .

نقطة تلاقي النيازك RADIANT

في علم الفلك : نقطة في الكرة السماويّة يبدو أن النيازك تنطلق منها .

نقطة الذنب PERIHELION

في علم الفلك : النقطة الأقرب إلى الشمس في مدار سيّار أو مذنّب .

نقطة الرأس APHELION

في علم الفلك : أبعد نقطة في مدار سيّار عن الشمس .

نقطة اللقاء NODE

في علم الفلك : نقطة تقاطع مداري جرمين سماويّين .

النقل عن بعد TELEPORTATION

نقل جسم ماديّ عبر الفضاء على طريقة نقل الصور بواسطة التلفزيون .

النقيض ANTIPODE

في الجغرافيا : الأجزاء الواقعة على الجهة المقابلة من الكرة الأرضيّة .

النمر CIRROCUMULUS

سحاب مؤلّف من صفوف أو مجموعات من الغيوم الصغيرة الشبيهة بالصوف .

النهر ERIDANUS

كوكبة واسعة في نصف الكرة السماويّة الجنوبيّ تتألف من نجوم أقدارها تتراوح بين الثالث والرابع .

ألفا النهر : آخر النهر

بيتا النهر : كرسي الجوزاء المقدّم

غما النهر : نيّر الزورق

ثيتا النهر : الظليم

إيتا النهر : أدحيّ النعام

النواة NUCLEUS

في الفيزياء : الجزء المركزيّ من الذرّة المؤلّف من بروتونات ونيوترونات وفيه تتجمّع كتلتها .

في علم الفلك : الجزء المركزيّ من كلف شمسي او الجزء الكثيف من رأس المذنّب وهو أكثر الأجزاء ضياءً .

النودان LIBRATION

في علم الفلك : هو الميسان . أنظره .

نيّر التوأمين CASTOR

نجم هو ألفا التوأمين قدره ١,٦ وفئة طيفه صفراء . من أسمائه : رأس أفلّون . .

نيّر قطعة الفرس ALPHA EQUILEI

نجم هو ألفا قطعة الفرس يقال له نيّر قطعة الفرس .

نيّر نُعيم ACRUX

النجم النيّر في نعيم أي الصليب الجنوبيّ .

النيروز NAIRUZ

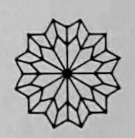
أوّل السنة عند الفرس وهو وقت نزول الشمس أوّل الحمل .

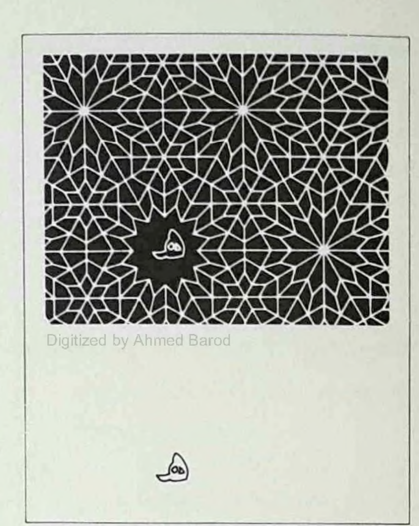
النيزك METEOR

في علم الفلك : جرم سماوي يدخل جو الارض من الفضاء بسرعة تجعله يلتهب .

النيوترون NEUTRON

في الفيزياء : احد الجسيمات المقوّمة لنواة الذرّة وليست له شحنة كهربائيّة .





الهالة HALO

في علم الفلك : دارة القمر ، وهي دائرة مضيئة تحيط بالقمر ناجمة عن انكسار الضوء الذي يخترق بلّورات الجليد العالقة في الغيوم العالية وهي كالطفاوة لدارة الشمس .

الهبوط الناعم او اللينّ SOFT LANDING

هبوط على القمر أو على جرم سماويّ آخر ببطء بحيث يتلافى تحطيم المركبة الهابطة .

الهتيروسفير HETEROSPHERE

الجزء من أعلى غلاف الارض الجوّيّ الذي تكون فيه نسب الأكسيجين والنيتروجين والغازات الأخرى غير محدّدة وغير ثابتة وتكون فيه الإشعاعات الدقيقة مختلطة مع جسيمات الهواء .

هرمس HERMES

أحد السّيارات الصغرى الموجودة في الفجوة الواقعة بين المرّيخ والمشتري لا يتعدّى قطره كيلومتراً واحداً . وهو يمرّ أحياناً على بعد ٧٨٠ ٠٠٠ كلم من الأرض أي أقل من ضعفي المسافة بين الأرض والقمر كما حدث ذلك عام ١٩٣٧ .

الهلال CRESCENT

في علم الفلك : غرّة القمر إلى سبع ليال من الشهر والقمر في آخر الشهر من ليلة السادس والعشرين منه إلى آخره .

الهُلبة COMA BERENICES

كوكبة شماليّة هي الذؤابة . اطلبها .

الهليو متر HELIOMETER

آلة لقياس حجم الشمس الظاهريّ .

الهنديّ INDUS

كوكبة صغيرة مولّدة في نصف الكرة السماويّة الجنوبيّ تقع جنوبيّ رجل الرامي وتسمّى أيضاً الطائر الهنديّ .

الهَنعة ALHENA

المنزل السادس من منازل القمر ويتألّف من غماً وبسي التوأمين .

الهوموسفير HOMOSPHERE

جزء من غلاف الأرض الجوّيّ تتكوّن أغلبيّته من ذرّات وجزيئات توجد بالقرب من سطح الأرض وتحتفظ خلال امتداد الغلاف كلّه بالنسب ذاتها من الأكسيجين والنيتروجين والغازات الأخرى .

هيبريون HYPERION

أحد توابع زحل الصغرى وهو من أصغرها .

هيدالغو HIDALGO

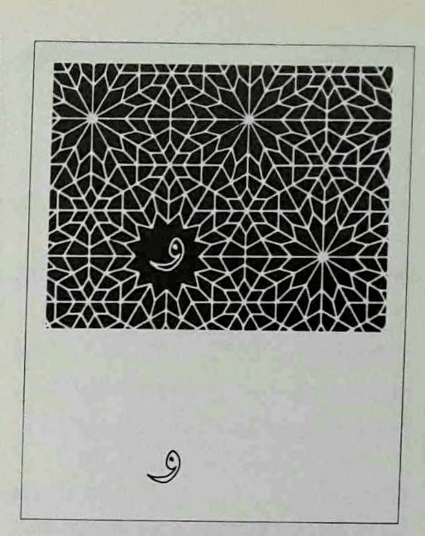
أحد السّيارات الصغرى الكائنة في الفجوة الواقعة بين المرّيخ والمشتري له مسار غير دائري يحمله إلى مقربة من مدار زحل .

الهيليوستات HELIOSTAT

في علم الفلك : سيلوستات شمسّي تعكس فيه ضوء الشمس مرآة متحرّكة توجهه من خلال نفق إلى مرآة مقعّرة ثمّ إلى مرآة مسطّحة حتى يصل أخيراً إلى مطياف .

الهيئة CONFIGURATION

في علم الفلك : الوضع أو المظهر النسبيّ للأجرام السماويّة كمجموعات .



الوجه PHASE

في علم الفلك : كلّ من المظاهر المختلفة التي يظهر بها سيّار لنا خلال مدّة دورانه المداري كأوجه القمر .

الوحدة الفلكيّة ASTRONOMICAL UNIT

متوسط المسافة بين الأرض والشمس وهي تعادل ٩٢٩٠٧٠٠٠ ميل .

وحيد القرن MONOCEROS

كوكبة استوائيّة مولّدة مؤلّفة من نجوم متفرّقة واقعة بين الكلب الأكبر والكلب الأصغر . الرأس تحت رجل التوأمين والذنب تحت رأس الشجاع وزبانة السرطان .

الوقت الشمسيّ SOLAR TIME

وقت يقاس بالإستناد إلى الحركة الظاهرة للشمس حول الأرض .

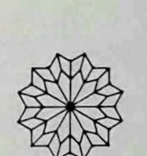
الوقود FUEL

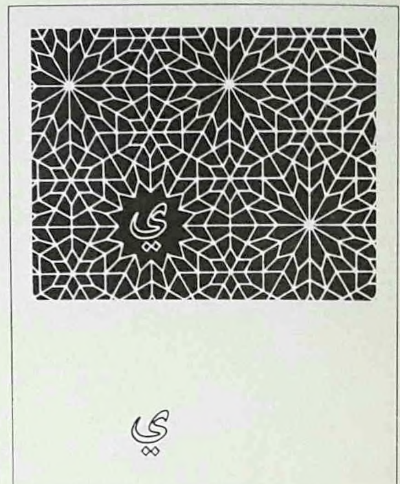
كلّ مادّة تستعمل لتوليد الطاقة الكهربائيّة .

الوقود الكيمائيّ

CHEMICAL FUEL

وقود يحتاج لمؤكسد يؤمّن احتراقه أو يولّد دفعاً مثل الوقود السائل أو الجافّ للصواريخ ووقود النفّاثات ووقود محرّكات الاحتراق الداخليّ .





يابيتوس IAPETOS

أحد توابع زحل الصغرى يكون أكثر ضياء عند وقوعه غربيّ السيّار ممّا يكون عليه عند وقوعه شرقيّه . قد يكون دورانه متزامناً وشكله غير منتظم أو أن قدرة سطحه على عكس الضوء ليست واحدة في جميع أجزائها .

يو IO

أحد توابع المشتري الساطعة اكتشفه غاليليو عام ١٦٠٩ وسيمون ماريوس في السنة ذاتها . قريب الشبه بالقمر من حيث الحجم والكثافة له جوّ رقيق وطبقة مؤيّنة تؤثر على البثّ اللاسلكيّ من المشتري لأنها تدور عبر القسم الخارجيّ من غلاف المشتري المشحون .

اليوم الشمسيّ

SOLAR DAY

في علم الفلك : مسافة من الوقت تقع بين عبورين متتاليين للشمس في هاجرة نقطة ما .

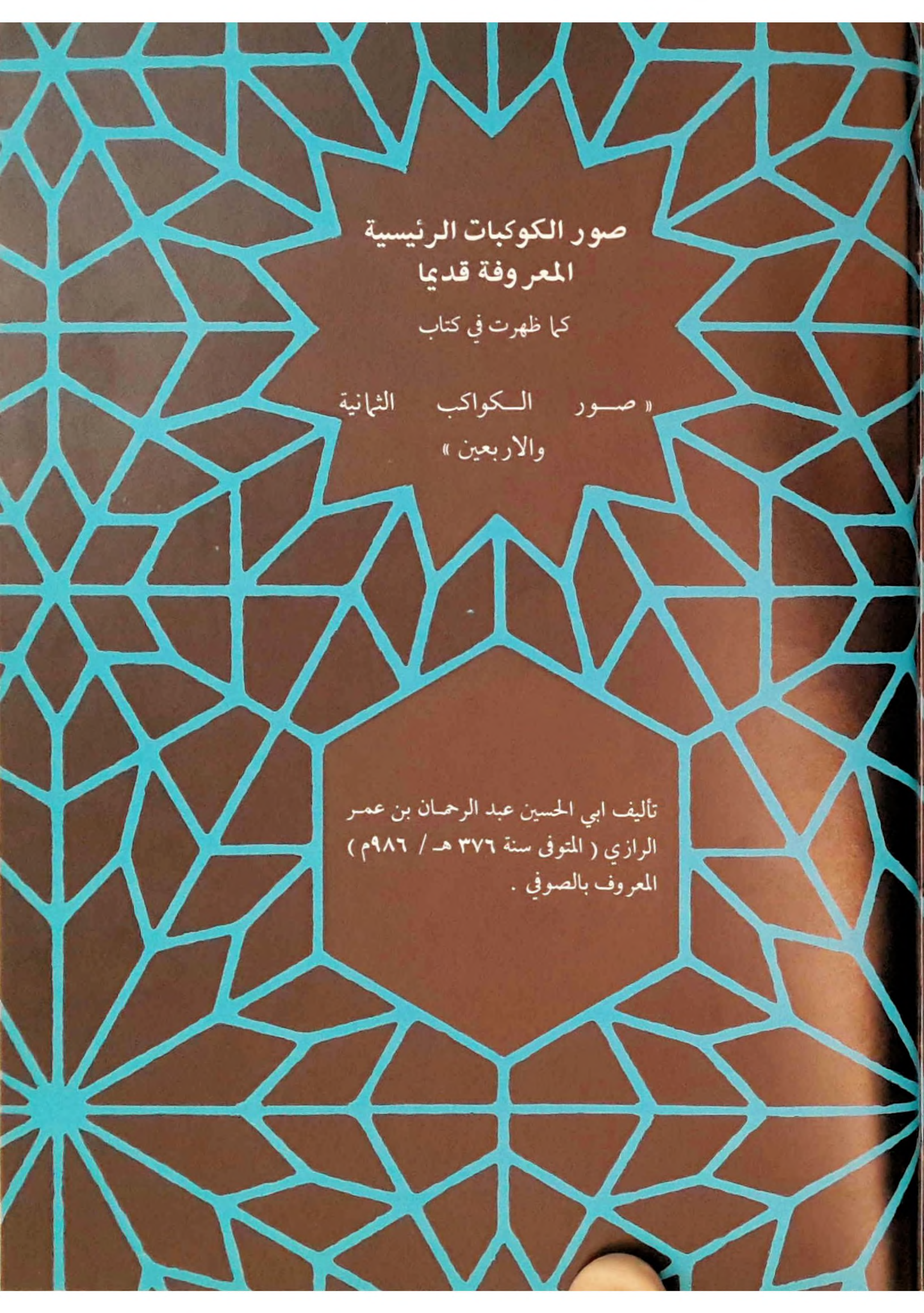
اليوم النجميّ

SIDEREAL DAY

اليوم الفلكي ويبلغ ثلاث وعشرين ساعة وستّ وخمسين دقيقة و ٤,٠٩ ثوان .




VIRGO
صور الكواكب
صورة العذراء على ما ترى في الكرة
لابي الحسين الصوفي
صورة العذراء على ما ترى في السماء
المغرب
المشرق



صور الكوكبات الرئيسية المعروفة قديما

كما ظهرت في كتاب

« صور الكواكب الثمانية والاربعين »

تأليف ابي الحسين عبد الرحمان بن عمر الرازي (المتوفى سنة ٣٧٦ هـ / ٩٨٦م) المعروف بالصوفي .

SAGGITARIUS

صور الكواكب — لابى الحسين الصوفى

صورة الرامى على ماترى فى السماء

الشمال

يسمى الموضع الخالى تحت القلادة البلد

المشرق

ركبة الرامى

عرقوب الرامى

الجنوب



صور الكواكب
لابى الحسين الصوفى
صورة الرامى على ما ترى فى الكرة
الشمال
يسمى الموضع الخالى تحت
القلادة البلد
ركبة الرامى
عرقوب الرامى
الجنوب

OPHIUCHUS AND SERPENS

صور الكواكب لابی الحسین الصوفی

صورة الحوا والحية على ما ترى في السماء

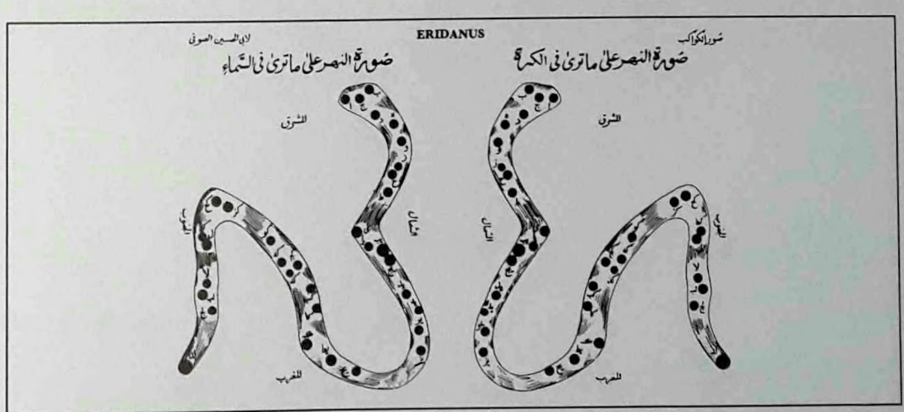
الشمال

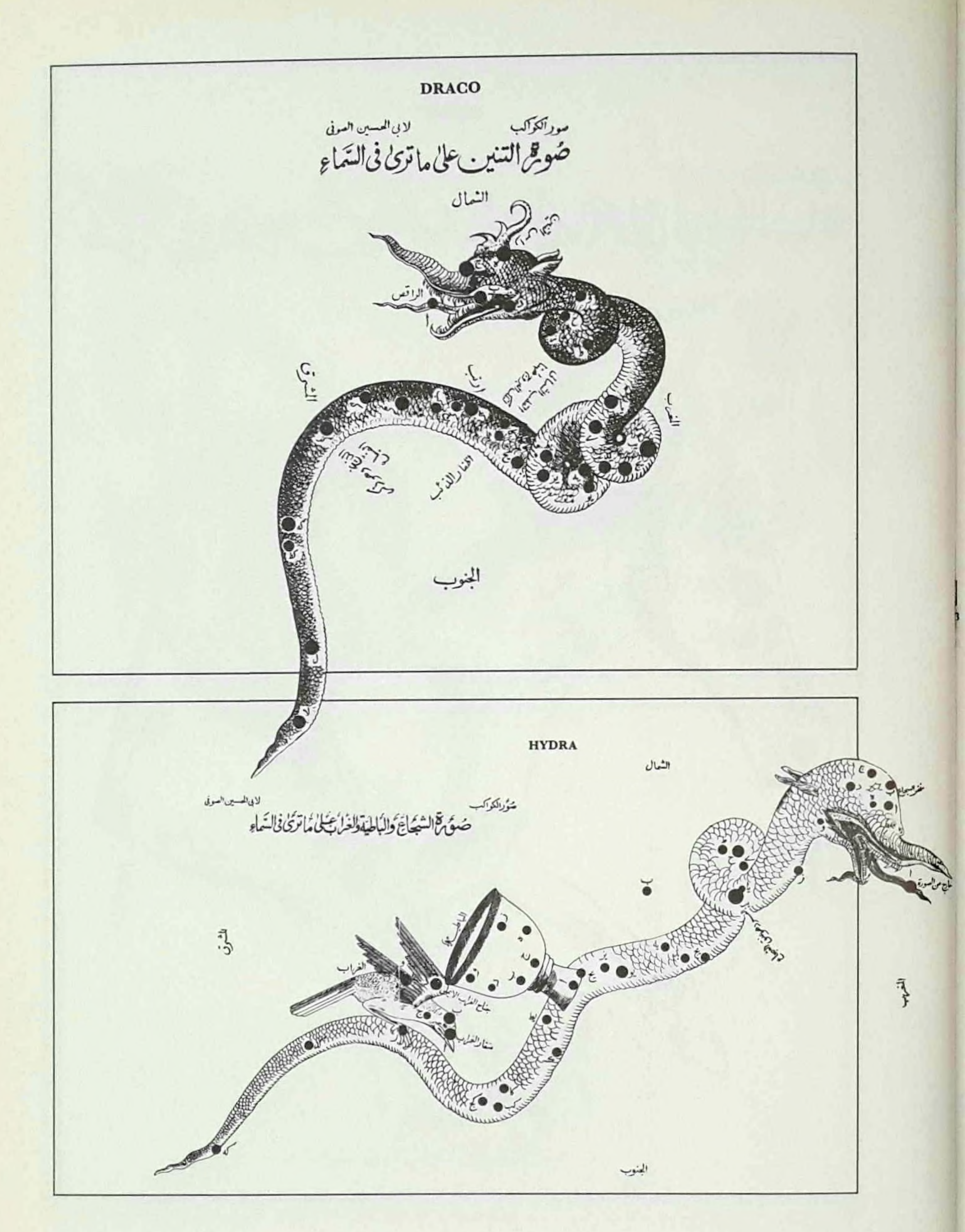
ابتداء النسق الشامی

المشرق

المغرب

الجنوب

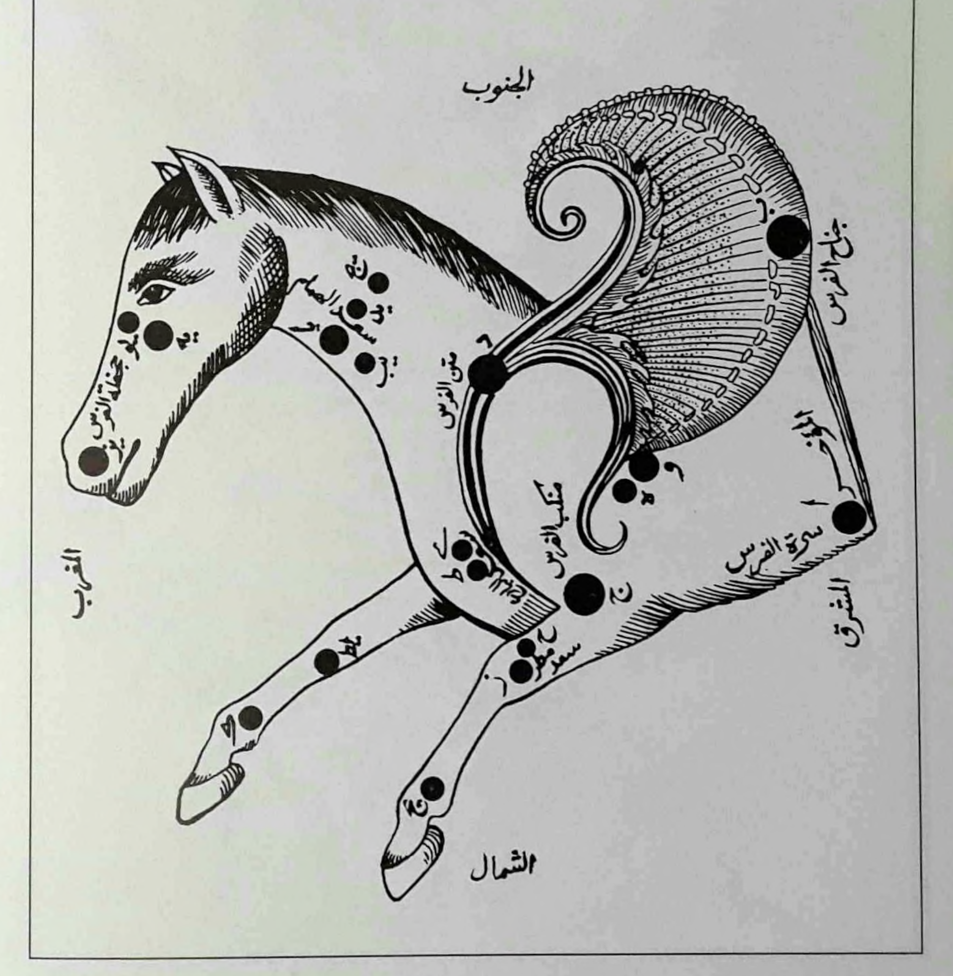



DRACO
صور الكواكب
لابى الحسين الصوفى
صورة التنين على ما ترى فى السماء
الشمال
الجنوب
HYDRA
الشمال
صور الكواكب
لابى الحسين الصوفى
صورة الشجاع والباطية والغراب على ما ترى فى السماء
الغراب
الجنوب

PEGASUS

صور الكواكب لابى الحسين الصوفى

صورة الفرس الأعظم على ماترى فى السماء



EQUULEUS

صور الكواكب

قطعة الفرس على ماترى فى الكرة

الجنوب

المغرب

ا ب

ج د

المشرق

الشمال

لابى الحسين الصوفى

قطعة الفرس على ماترى فى السماء

الجنوب

المشرق

ا ب

ج د

المغرب

الشمال

PEGASUS
(**Complete**)



(١) هذه الصورة ساقطة من ت و ب لكنها موجودة فى (صف) و (غ) و (ا) بلا جدول ولا اعداد النجوم فى النسخ الثلاث فاثبتناها كما وجدناها فى غ، والنجوم التى فى داخل الفرس هى فى غ فقط وليست فى صف ولا فى (ا).

CANCER

صور الكواكب لابي الحسين الصوفي

صورة السرطان على ماترى في الكرة

الشمال

الشرق

الجنوب

صورة السرطان على ماترى في السماء

الشمال

الغرب

الشرق

الجنوب





SCORPIUS

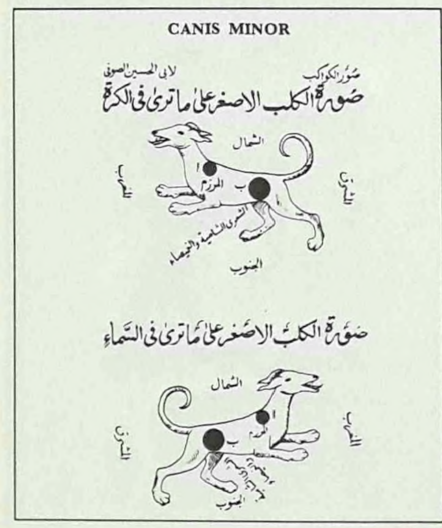
صور الكواكب — لابي الحسين الصوفي

صورة العقرب على ما ترى في السماء — صورة العقرب على ما ترى في الكرة

المغرب — المغرب

الشمال — الجنوب — الجنوب — الشمال

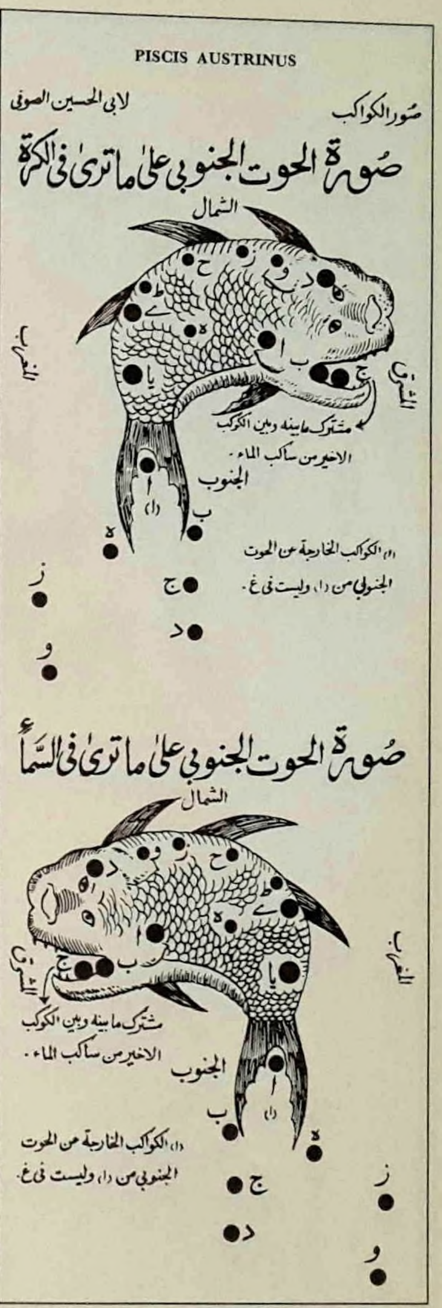
المشرق — المشرق






PISCES
صور الكواكب
لابى الحسين الصوفى
صورة السمكتين على ما ترى فى السماء
المغرب
المشرق


DELPHINUS
صور الكواكب
لابى الحسين الصوفى
صورة الدلفين على ما ترى فى الكرة
الشرق
المغرب
صورة الدلفين على ما ترى فى السماء
الشرق
المغرب


PISCIS AUSTRINUS
صور الكواكب
لابى الحسين الصوفى
صورة الحوت الجنوبى على ما ترى فى الكرة
الشمال
مشترك ما بينه وبين الكوكب
الاخير من ساكب الماء.
الجنوب
(ا) الكواكب الخارجة عن الحوت
الجنوبى من (ا)، وليست فى غ.
صورة الحوت الجنوبى على ما ترى فى السماء
الشمال
مشترك ما بينه وبين الكوكب
الاخير من ساكب الماء.
الجنوب
(ا) الكواكب الخارجة عن الحوت
الجنوبى من (ا)، وليست فى غ.


AQUARIUS
صُوَر الكواكب
صُورة ساكب الماء على ما ترى في الكرة
الشمال
الجنوب
فم الحوت الجنوبي والضفدع
الاول وهو الظليم ايضا
لابي الحسين الصوفي
صُورة ساكب الماء على ما ترى في السماء
الشمال
الجنوب
فم الحوت الجنوبي والضفدع
الاول وهو الظليم ايضا


LEO
صور الكواكب
لابي الحسين الصوفي
صورة الأسد على ما ترى في الكرة
الشمال
الجنوب
صورة الأسد على ما ترى في السماء
الشمال
الجنوب



CASSIOPEIA

صور الكواكب لابي الحسين الصوفي

صورة ذات الكرسي على ماترى في السماء

المغرب

الجنوب

الشمال

المشرق


ARIES
صور الكواكب
لابي الحسين الصوفي
صورة الحمل على ما ترى في الكرة
الشمال
المشرق
المغرب
الجنوب
صورة الحمل على ما ترى في السماء
الشمال
المشرق
المغرب
الجنوب


CAPRICORNUS
صور الكواكب
لابي الحسين الصوفي
صورة الجدي على ما ترى في الكرة
الشمال
المغرب
المشرق
الجنوب
صورة الجدي على ما ترى في السماء
الشمال
المشرق
المغرب
الجنوب



CETUS

صور الكواكب

لابى الحسين الصوفى

صورة قيطس على ما ترى في السماء

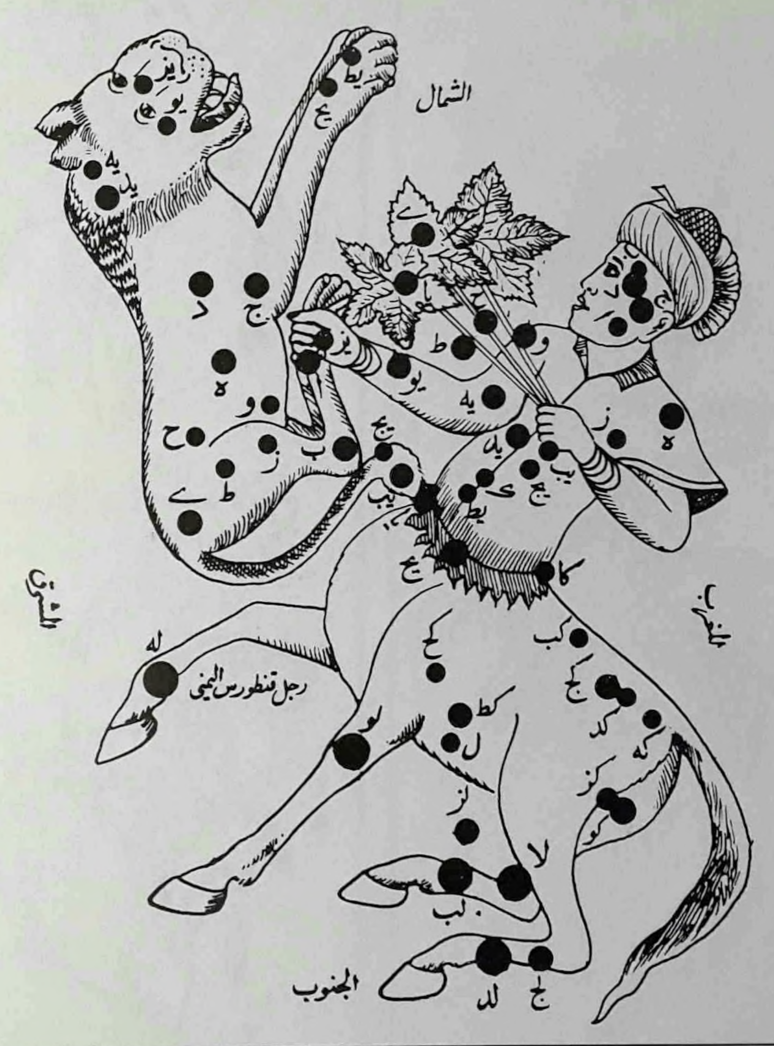
المغرب

الشمال

الجنوب

المشرق

صورة قنطورس والسبع على ما ترى في السماء

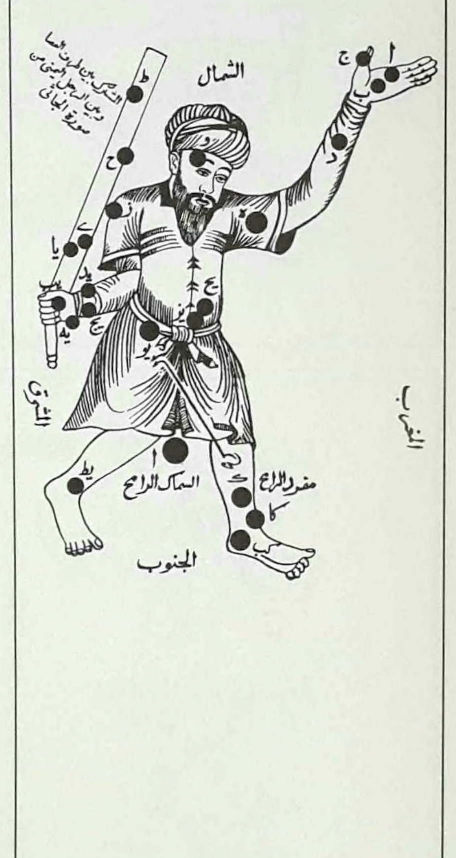


BOOTES

صور الكواكب

لابى الحسين الصوفى

صورة العوا على ما ترى فى السماء



CEPHEUS

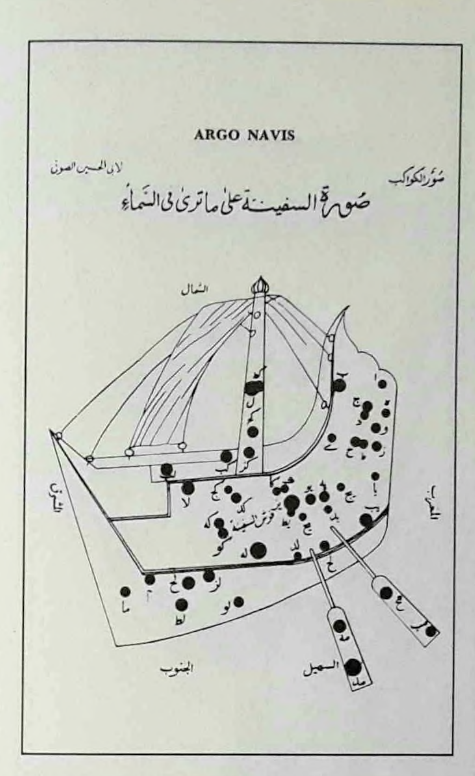
صور الكواكب

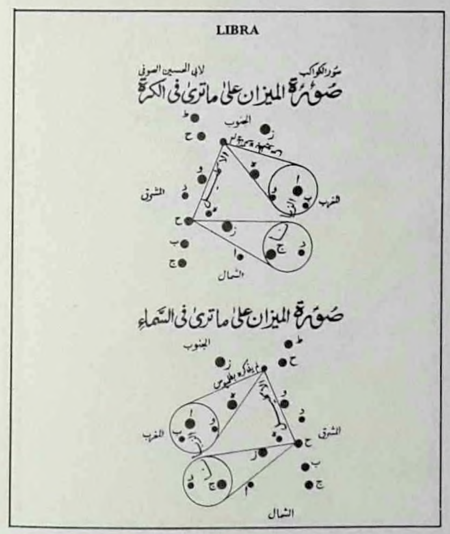
لابى الحسين الصوفى

صورة قيقاوس على ما ترى فى السماء




PERSEUS
صور الكواكب
لابي الحسين الصوفي
صورة برشاوش على ما ترى في السماء
الشمال
المغرب
الشرق
الجنوب


ARGO NAVIS
صور الكواكب
لابي الحسين الصوفي
صورة السفينة على ما ترى في السماء
الشمال
الجنوب
سهيل


LIBRA
صور الكواكب
لابي الحسين الصوفي
صورة الميزان على ما ترى في الكرة
الجنوب
المشرق
المغرب
الشمال
صورة الميزان على ما ترى في السماء
الجنوب
المشرق
المغرب
الشمال

ORION

صور الكواكب

لابى الحسين الصوفى

صورة الجبار على ما ترى فى الكرة

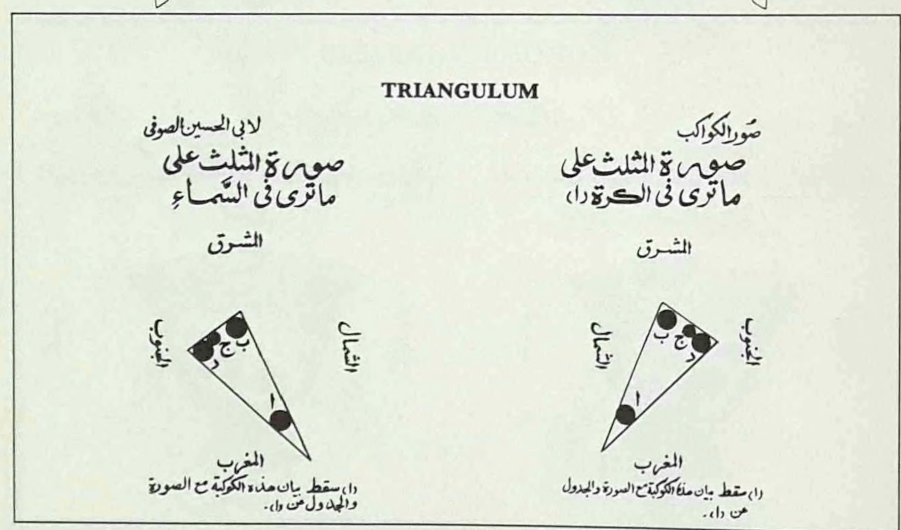
صورة الجبار على ما ترى فى السماء

الشمال

وسط المنطقة

رجل الجوزاء اليسرى

الجنوب



SAGITTA

صور الكواكب — لابى الحسين الصوفى

صورة السهم على ما ترى فى الكرة — صورة السهم على ما ترى فى السماء

المشرق — المشرق

نصل السهم

الجنوب

الشمال — الشمال

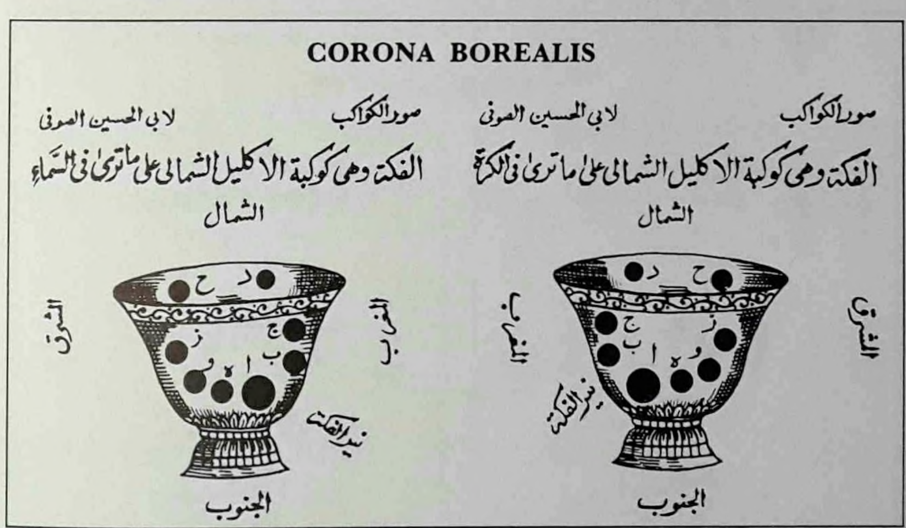
ب ج

الذى على طرف الفوق

د ه

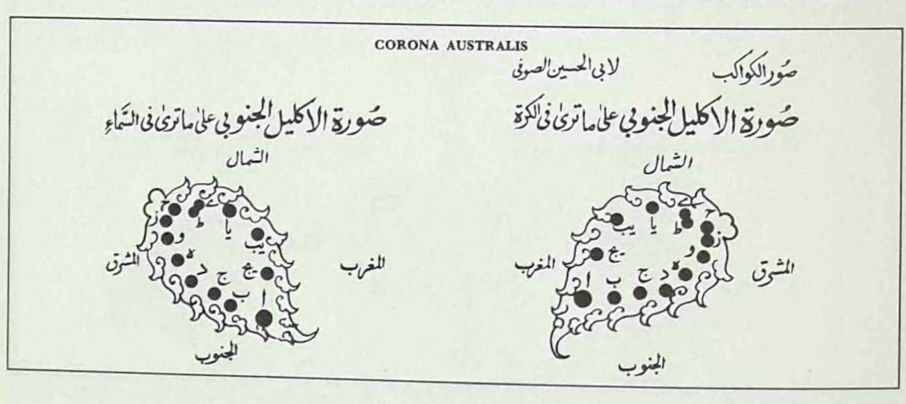
المغرب — المغرب

CORONA BOREALIS




CRATER
صور الكواكب
لابي الحسين الصوفي
صورة الباطية على ما ترى في الكرة
صورة الباطية على ما ترى في السماء


ARA
صور الكواكب
لابي الحسين الصوفي
صورة المجمرة على ما ترى في الكرة
صورة المجمرة على ما ترى في السماء


CORONA AUSTRALIS
صور الكواكب
لابي الحسين الصوفي
صورة الاكليل الجنوبي على ما ترى في الكرة
صورة الاكليل الجنوبي على ما ترى في السماء
الشمال
المشرق
المغرب
الجنوب

AQUILA

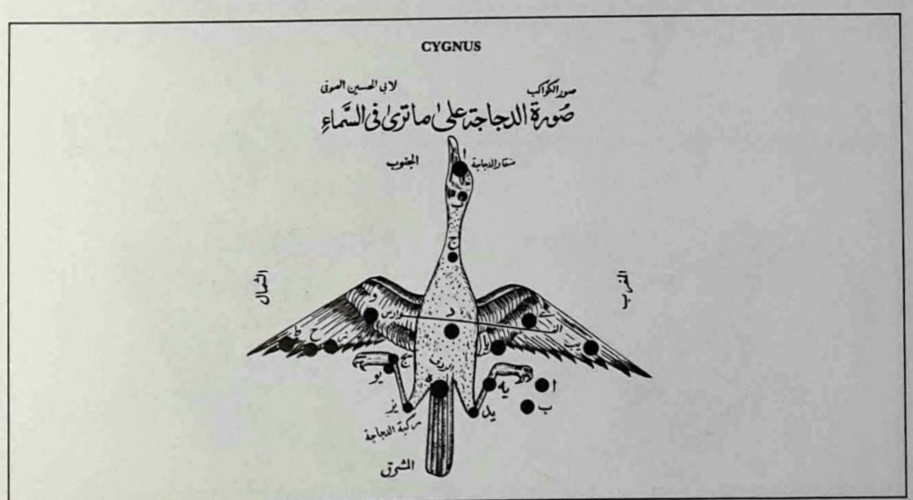
صور الكواكب

لابی الحسين الصوفی

صورة العقاب على ما ترى في الكرة

صورة العقاب على ما ترى في السماء

المشرق — الشرق — الشمال — الجنوب — ذنب العقاب — المغرب



CORVUS

صور الكواكب

صورة الغراب على ما ترى في الكرة

الشمال

الغرب

الشرق

الجنوب

لابي الحسين الصوفي

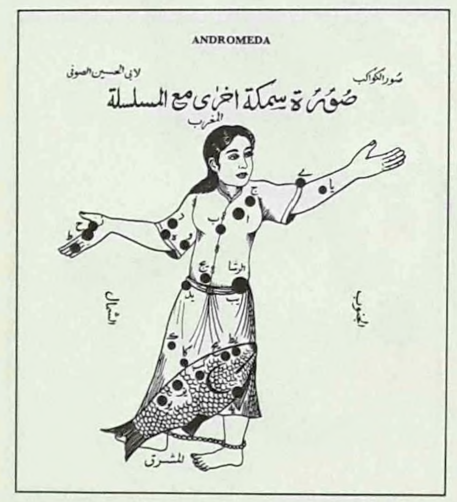
صورة الغراب على ما ترى في السماء

الغرب

الشمال

الشرق

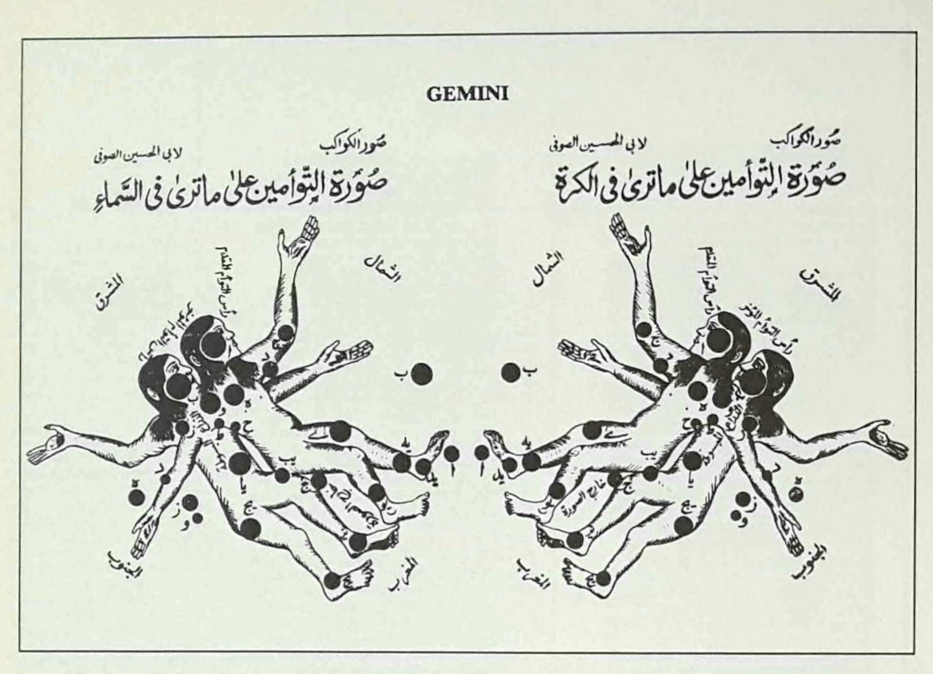
الجنوب



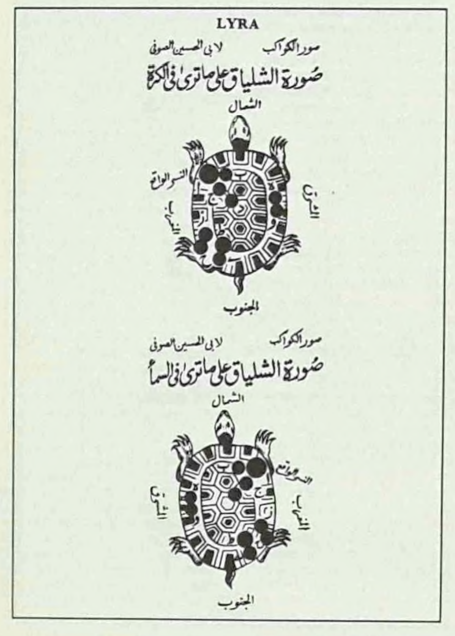



AURIGA
صور الكواكب
لابى الحسين الصوفى
صورة ممسك الأعنة على ما ترى فى السماء
الشمال
العيوق
منكب ذى العنان
الشرق
الغرب
الجديان
كعب ذى العنان
المشترك له وللقرن الشمالى من الثور
الجنوب

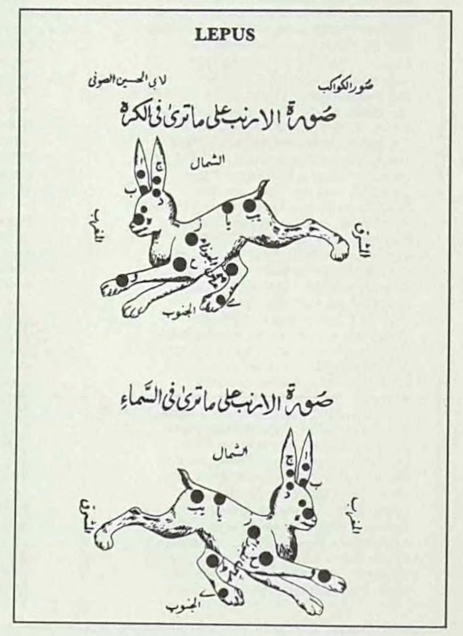
GEMINI



LYRA



LEPUS



الرسوم :

Art Editors
Angela Downing; George Glaze; James Marks; Mel Peterson; Ruth Prentice; Bob Scott

Visualizers
David Aston; Javed Badar; Allison Blythe; Angela Braithwaite; Alan Brown; Michael Burke; Alistair Campbell; Terry Collins; Mary Ellis; Judith Escreet; Albert Jackson; Barry Jackson; Ted Kindsey; Kevin Maddison; Erika Mathlow; Paul Mundon; Peter Nielson; Patrick O'Callaghan; John Ridgeway; Peter Saag; Malcolme Smythe; John Stanyon; John Stewart; Justin Todd; Linda Wheeler

Artists
Stephen Adams; Geoffrey Alger; Terry Allen; Jeremy Alsford; Frederick Andenson; John Arnold; Peter Arnold; David Ashby; Michael Badrock; William Baker; John Barber; Norman Barber; Arthur Barvoso; John Batchelor; John Bavosi; David Baxter; Stephen Bernette; John Blagovitch; Michael Blore; Christopher Blow; Roger Bourne; Alistair Bowtell; Robert Brett; Gordon Briggs; Linda Broad; Lee Brooks; Rupert Brown; Marilyn Bruce; Anthony Bryant; Paul Buckle; Sergio Burelli; Dino Bussetti; Patricia Casey; Giovanni Casselli; Nigel Chapman; Chensie Chen; David Chisholm; David Cockcroft; Michael Codd; Michael Cole; Gerry Collins; Peter Connelly; Roy Coombs; David Cox; Patrick Cox; Brian Cracker; Gordon Cramp; Gino D'Achille; Terrence Daley; John Davies; Gordon C. Davis; David Day; Graham Dean; Brian Delf; Kevin Diaper; Madeleine Dinkel; Hugh Dixon; Paul Draper; David Dupe; Howard Dyke; Jennifer Eachus; Bill Easter; Peter Edwards; Michael Ellis; Jennifer Embleton; Ronald Embleton; Ian Evans; Ann Evens; Lyn Evens; Peter Fitzjohn; Eugene Flurey; Alexander Forbes; David Carl Forbes; Chris Fosey; John Francis; Linda Francis; Sally Frend; Brian Froud; Gay Galfworthy; Ian Garrard; Jean George; Victoria Goaman; David Godfrey; Miriam Golochoy; Anthea Gray; Harold Green; Penelope Greensmith; Vanna Haggerty; Nicholas Hall; Horgrave Hans; David Hardy; Douglas Harker; Richard Hartwell; Jill Havergale; Peter Hayman; Ron Haywood; Peter Henville; Trevor Hill; Garry Hinks; Peter Hutton; Faith Jacques; Robin Jacques; Lancelot Jones; Anthony Joyce; Pierre Junod; Patrick Kaley; Sarah Kensington; Don Kidman; Harold King; Martin Lambourne; Ivan Lapper; Gordon Lawson; Malcolm Lee-Andrews; Peter Levaffeur; Richard Lewington; Brian Lewis; Ken Lewis; Richard Lewis; Kenneth Lilly; Michael Little; David Lock; Garry Long; John Vernon Lord; Vanessa Luff; John Mac; Lesley MacIntyre; Thomas McArthur; Michael McGuinness; Ed McKenzie; Alan Male; Ben Manchipp; Neville Mardell; Olive Marony; Bob Martin; Gordon Miles; Sean Milne; Peter Mortar; Robert Morton; Trevor Muse; Anthony Nelthorpe; Michael Neugebauer; William Nickless; Eric Norman; Peter North; Michael O'Rourke; Richard Orr; Nigel Osborne; Patrick Oxenham; John Painter; David Palmer; Geoffrey Parr; Allan Penny; David Penny; Charles Pickard; John Pinder; Maurice Pledger; Judith Legh Pope; Michael Pope; Andrew Popkiewicz; Brian Price-Thomas; Josephine Rankin; Collin Rattray; Charles Raymond; Alan Rees; Ellsie Rigley; John Ringnall; Christine Robbins; Ellie Robertson; James Robins; John Ronayne; Collin Rose; Peter Sarson; Michael Saunders; Ann Savage; Dennis Scott; Edward Scott-Jones; Rodney Shackell; Chris Simmonds; Gwendolyn Simson; Cathleen Smith; Lesley Smith; Stanley Smith; Michael Soundels; Wolf Spoel; Ronald Steiner; Ralph Stobart; Celia Stothard; Peter Sumpter; Rod Sutterby; Allan Suttie; Tony Swift; Michael Terry; John Thirsk; Eric Thomas; George Thompson; Kenneth Thompson; David Thorpe; Harry Titcombe; Peter Town; Michael Trangenza; Joyce Tuhill; Glenn Tutssel; Carol Vaucher; Edward Wade; Geoffrey Wadsley; Mary Waldron; Michael Walker; Dick Ward; Brian Watson; David Watson; Peter Weavers; David Wilkinson; Ted Williams; John Wilson; Roy Wiltshire; Terrence Wingworth; Anne Winterbotham; Albany Wiseman; Vanessa Wiseman; John Wood; Michael Woods; Owen Woods; Sidney Woods; Raymond Woodward; Harold Wright; Julia Wright

Studios
Add Make-up; Alard Design; Anyart; Arka Graphics; Artec; Art Liaison; Art Workshop; Bateson Graphics; Broadway Artists; Dateline Graphics; David Cox Associates; David Levin Photographic; Eric Jewel Associates; George Miller Associates; Gilcrist Studios; Hatton Studio; Jackson Day; Lock Pettersen Ltd; Mitchell Beazley Studio; Negs Photographic; Paul Hemus Associates; Product Support Graphics; Q.E.D. [Campbell Kindsley]; Stobart and Sutterby; Studio Briggs; Technical Graphics; The Diagram Group; Tri Art; Typographics; Venner Artists

Agents
Artist Partners; Freelance Presentations; Garden Studio; Linden Artists; N.E. Middletons; Portman Artists; Saxon Artists; Thompson Artists

❋ مدخل

Sir Bernard Lovell, FRS.
Professor of Radio Astronomy,
University of Manchester,
Director of the Experimental Station,
Jodrell Bank

The quotation by C G Jung in Miguel Serrano's "The Farewell", *C G Jung and Hermann Hesse*, (1966), on page 159 is by kind permission of the publishers, Routledge and Kegan Paul Ltd. The quotation from Andre Gide's *The Journals of Andre Gide* on page 159 is by kind permission of the publishers, Martin Secker and Warburg Ltd.

Barnard/Royal Astronomical Society; [7] E. M. Lindsay/Royal Astronomical Society; [8] Hale Observatories, Mount Wilson and Palomar; [9] Royal Greenwich Observatory. **218–19** [Key] Butler/Royal Astronomical Society; [4] D. McLean/Royal Astronomical Society/Kitt Peak Observatory; [5] T. J. C. A. Moseley; [7] Patrick Moore Collection; [8] Source unknown; [9] Institute of Meteorites, New Mexico; [10] Source unknown; [11] Novosti Press Agency; [12] Source unknown; [13] Source unknown. **220–1** [Key] Royal Greenwich Observatory, Herstmonceaux; [2B] P. Daly; [6] Hale Observatories, Mount Wilson and Palomar; [7] Hale Observatories, Mount Wilson and Palomar. **222–3** [Key] W. M Baxter; [2A, B, C] Roberts/Royal Astronomical Society; [4] Patrick Moore Collection; [5] NASA; [6] NASA. **224–5** [2] NASA; [4] H. Brinton; [5] NASA; [6] A. Kung; [7] NASA; [8] NASA; [9] NASA. **226–7** [1] P. Gill; [2] J. McBain/Patrick Moore Collection; [4] H. R. Hatfield; [5] H. R. Hatfield. **228–9** [1] Hale Observatories, Mount Wilson and Palomar; [4] Hale Observatories, Mount Wilson and Palomar. **230–1** [Key] H. R. Hatfield; [3] Hale Observatories, Mount Wilson and Palomar; [4] Hale Observatories, Mount Wilson and Palomar; [5B] Source unknown; [6B] Hale Observatories, Mount Wilson and Palomar; [7] Hale Observatories, Mount Wilson and Palomar; [8] Hale Observatories, Mount Wilson and Palomar. **232–3** [Key] Hale Observatories, Mount Wilson and Palomar; [1] US Naval Observatory; [2] Hale Observatories, Mount Wilson and Palomar; [3] Hale Observatories, Mount Wilson and Palomar; [4] Hale Observatories, Mount Wilson and Palomar; [5] Hale Observatories, Mount Wilson and Palomar; [6] Hale Observatories, Mount Wilson and Palomar. **234–5** [Key] Hale Observatories, Mount Wilson and Palomar; [3A, B] Royal Astronomical Society. **236–7** [Key A, B, 6B, 15B] H. R. Hatfield. **238–9** [Key] Mount Stromlo Observatory, Australia; [2] Patrick Moore Collection; [3] Hale Observatories, Mount Wilson and Palomar; [4] Hale Observatories, Mount Wilson and Palomar. **240–1** [1] K. G. Malin-Smith; [7] Hale Observatories, Mount Wilson and Palomar; [8] Source unknown; [9] Hale Observatories, Mount Wilson and Palomar; [10] T. J. C. A. Moseley; [11] Patrick Moore Collection. **242–3** [2] US Naval Observatory; [3] K. G. Malin-Smith; [4] H. R. Hatfield; [5] K. G. Malin-Smith; [7] Royal Astronomical Society; [8] Hale Observatories, Mount Wilson and Palomar; [9] US Naval Observatory; [10] Hale Observatories, Mount Wilson and Palomar. **244–5** [Key] Carnegie Institute Washington/Hale Observatories, Mount Wilson and Palomar; [3] Carnegie Institute, Washington/Hale Observatories, Mount Wilson and Palomar; [4] Hale Observatories, Mount Wilson and Palomar; [6] Hale Observatories, Mount Wilson and Palomar; [7] US Naval Observatory; [8] Lund Observatory. **246–7** [1] Carnegie Institute, Washington/Hale Observatories, Mount Wilson and Palomar; [2] US Naval Observatory; [3] Hale Observatories, Mount Wilson and Palomar; [4] Hale Observatories, Mount Wilson and Palomar; [5] Mount Stromlo Observatory, Australia; [6] Royal Astronomical Society; [7] Radcliffe Observatory. **248–9** [Key] Hale Observatories, Mount Wilson and Palomar; [2] Lick Observatory; [3] Hale Observatories, Mount Wilson and Palomar; [4] Hale Observatories, Mount Wilson and Palomar; [5] Hale Observatories, Mount Wilson and Palomar; [6] Hale Observatories, Mount Wilson and Palomar; [7] Hale Observatories, Mount Wilson and Palomar; [8] Hale Observatories, Mount Wilson and Palomar; [9] Lick Observatory; [10] Hale Observatories, Mount Wilson and Palomar; [12] Hale Observatories, Mount Wilson and Palomar; [13] US Naval Observatory; [14] US Naval Observatory; [15] US Naval Observatory; [16] Hale Observatories, Mount Wilson and Palomar. **250–1** [1] Hale Observatories, Mount Wilson and Palomar; [2] Hale Observatories, Mount Wilson and Palomar; [3] US Naval Observatory; [4] Hale Observatories, Mount Wilson and Palomar; [5] Hale Observatories, Mount Wilson and Palomar; [6A, B] Royal Greenwich Observatory; [7] Source unknown; [8] Source unknown. **252–3** [Key] Hale Observatories, Mount Wilson and Palomar; [2] Hale Observatories, Mount Wilson and Palomar; [3] Hale Observatories, Mount Wilson and Palomar; [4] US Naval Observatory; [5] Hale Observatories, Mount Wilson and Palomar. **254–5** [4] Photoresources; [5A–F] Photoresources; [6A] Photoresources; [6B] Snark International; [7] Source unknown. **268–9** [1] Patrick Moore Collection; [2] Patrick Moore Collection; [3] NASA; [4] Novosti Press Agency; [5] Novosti Press Agency; [6] Novosti Press Agency; [7] NASA; [8] NASA; [9] Photri; [10] Photri; [11] Photri; [12] NASA; [13] Novosti Press Agency; [14] NASA; [15] Photri; [16] Photri; [17] Photri; [18] Novosti Press Agency. **270–1** [Key] Patrick Moore Collection. **272–3** [Key] NASA; [1] by permission of Madame Malthete Melies/Copyright S.P.A.D.E.M. Paris 1976; [2] Royal Astronomical Society. **274–5** [Key] NASA; [1] Photri. **278–9** [Key] Patrick Moore Collection. **282–3** [Key] Hale Observatories, Mount Wilson and Palomar.

Colour photographs credited above to Hale Observatories are copyright by the California Institute of Technology and the Carnegie Institute of Washington.

Colour Library; [3] Popperfoto; [4] Camera Press; [6] Camera Press; [7] Ronan Picture Library. **76–7** [Key] Adam Woolfitt/Susan Griggs Picture Agency; [2] Spectrum Colour Library; [3A] Spectrum Colour Library; [4] Photri; [5] Spectrum Colour Library; [9] Institution of Civil Engineers. **78-9** [Key] Hawker Siddeley Aviation; [1B] Spectrum Colour Library; [4] Picturepoint; [6] Spectrum Colour Library. **80–1** [2] Lyn Cawley. **82–3** [5] David Strickland; [6] David Strickland; [7] Fabbri. **84–5** [Key] Picturepoint; [2] Picturepoint; [4B] Camera Press; [7] Photri. **86–7** [2] Shell Photographic Library; [5] Picturepoint; [6] CERN; [7] Graeme French; [8] David Levin; [9] David Levin. **88–9** [Key] Ron Boardman; [4] *Construction News*; [5] K. Helbig/ZEFA; [6] Picturepoint; [8] Gerry Cranham. **90–1** [Key] Mansell Collection; [8] B.O.C. Ltd. **92–3** [1] Photri; [2] Photri; [3] Paul Brierley. **94–5** [2A] Air Products & Chemicals Inc; [4A] Paul Brierley; [4B] Paul Brierley; [5A] CERN. **96–7** [Key] De Beers Industrial Diamond Division; [1A] Picturepoint; [1B] Paul Brierley/Daly Instruments; [2] Paul Brierley/British Aluminium Co; [3] Ford Motor Co; [4A] Joseph Lucas Ltd; [4B] Joseph Lucas Ltd; [5] Paul Brierley/RCA; [6] Paul Brierley/Southampton University; [7] Photri. **98–9** [Key] Ronan Picture Library; [1] Spectrum Colour Library. **102–3** [3] Bob Croxford; [6] David Strickland; [8A] David Strickland; [8B] David Strickland; [9] David Strickland. **104–5** [Key] Horst Munzig/Susan Griggs Picture Agency; [3] Victor Englebert/Susan Griggs Picture Agency; [4] Paul Brierley. **106–7** [Key] Ronan Picture Library; [5] Photri. **108–9** [Key] Science Museum; [5] Spectrum Colour Library; [7] Spectrum Colour Library; [8] Picturepoint; [10] Courtesy of the GPO. **110–11** [Key] Paul Brierley; [7A] Paul Brierley/Welding Institute; [7B] William Vandivert; [7c] William Vandivert. **114–15** [9] Central Electricity Generating Board. **116–17** [Key] The Royal Institution; [5] Mansell Collection. **118–19** [Key] Professor E. Laithwaite; [5] Spectrum Colour Library. **120–1** [1] Imperial War Museum; [10] Cubestore Ltd. **122–3** [4E] Otis Elevators Ltd; [7] Paul Brierley/Lintrol/Imperial College. **124–5** [Key] W. Canning & Co Ltd; [1] Paul Brierley; [2] A.S.E.A.; [5] A.S.E.A.; [8] Monitor. **126–7** [2A] David Levin; [2B] Paul Brierley/UKAEA Culham Lab; [6A] David Levin; [6B] Central Electricity Generating Board; [8] Spectrum Colour Library. **128–9** [8A] David Levin; [9A] Marshall Cavendish/Kim Sayer; [10A] Paul Brierley; [10B] Paul Brierley. **130–1** [Key] Mullard Valves Ltd; [5A] David Levin; [5B] David Levin. **132–3** [Key] Paul Brierley; [2] Chris Steele-Perkins/Science Museum. **134–5** [6] UK Atomic Energy Authority; [7] Paul Brierley/STL Research. **136–7** [Key] Cooper Bridgeman; [2] Picturepoint; [3] David Levin; [4] Picturepoint; [5] National Gallery; [6] Michael Holford; [9] Mary Evans Picture Library. **138–9** [1] Popperfoto; [7] Shell Photographic Library; [8] Photri; [9A] Kim Sayer; [9B] Kim Sayer. **140–1** [Key] David Strickland; [4] ZEFA; [6] Dr J. Holloway/Leicester University/courtesy Argonne National Laboratory, Argonne, Illinois, USA; [12] Source unknown. **142–3** [Key] David Strickland; [3] Radio Times Hulton Picture Library; [4] Spectrum Colour Library; [7] A. F. Kersting; [8] Citroen. **144–5** [Key] Picturepoint; [3] Spectrum Colour Library; [4] Paul Brierley; [6] Dead Sea Works; [7] Spectrum Colour Library. **146–7** [Key] Paul Brierley. **148–9** [Key] Mansell Collection: [1] Ronan Picture Library; [3] Vitatron UK Ltd. **150–1** [Key] Paul Brierley; [1] Paul Brierley; [2] Paul Brierley. **154–5** [Key] Colorsport; [4] P. H. Ward/Natural Science Photos. **156–7** [Key] Dr Robert Horne; [4A-C] Sir John Kendrew; [5] Dr Audrey Glavert; [8] Daily Telegraph Colour Library. **161** Photri. **162** NASA. **163** Photri. **164–5** [Key] Patrick Moore Collection. **166–7** [8] Patrick Moore Collection. **168–9** [6] Hale Observatories, Mount Wilson and Palomar; [7] Hale Observatories, Mount Wilson and Palomar. **170–1** [Key] Patrick Moore Collection; [1] Novosti Press Agency; [2] Australian Information Service; [3] Lick Observatory; [4A] Hale Observatories, Mount Wilson and Palomar; [5] Patrick Moore Collection; [6] US Naval Observatory. **172–3** [Key] Patrick Moore Collection; [2] J. Arthur Dixon/by courtesy of Sir Bernard Lovell; [3] P. Daly; [4] Hale Observatories, Mount Wilson and Palomar; [5] Lund Observatory; [7] US Naval Observatory. **178–9** [Key] Georgetown University Observatory; [4A] Ronan Picture Library; [4B] Patrick Moore Collection; [6] Picturepoint; [7] H.R. Hatfield; [8] NASA; [9] NASA; [10] Hale Observatories, Mount Wilson and Palomar; [11] NASA; [12] NASA; [13] H. Brinton. **180–1** [Key] Royal Astronomical Society; [11] NASA; [12] NASA; [13] NASA; [14] NASA; [15] NASA; [16A–E] NASA. **182–3** [7A] Lick Observatory; [8] Royal Astronomical Society. **184–5** [Key] Fairchild Space and Defence Systems. **186–7** [Key] Novosti Press Agency; [1] NASA; [2] NASA; [3] NASA; [4] NASA; [5] NASA; [6] NASA; [7] NASA; [8] NASA. **188–9** [Key] Patrick Moore Collection; [4] NASA/Courtesy of Dr John Guest; [8] NASA; [9] NASA; [10] NASA; [11] NASA; [12] NASA. **190–1** [4] H.R. Hatfield; [5] NASA; [9] NASA; [10] NASA; [11A] NASA; [11B] NASA; [12] NASA. **192–3** [1A] NASA; [3] NASA. **194–5** [Key] NASA; [5A–D] C.F. Capen. **196–7** [Key] NASA; [4] NASA; [8] NASA; [9] Photri; [10] NASA. **200–1** All photographs NASA. **202–3** [2] NASA; [3A–C] NASA; [4A–C] NASA; [6] Photri; [7] NASA. **204–5** [1] Max Wolf/Royal Astronomical Society; [2] F. C. Acfield. **206–7** [5] G. P. Kuiper; [6] Lowell Observatory, Arizona. **208–9** [Key] H. E. Dall; [1, 2, 3, 4, 5] NASA. **210–11** [Key] US Naval Observatory; [7] Patrick Moore Collection; [8] H. R. Hatfield; [11] Hale Observatories, Mount Wilson and Palomar. **212–13** [4] G. P. Kuiper; [6A, B] G. P. Kuiper; [7] G. P. Kuiper. **214–15** [4] G. P. Kuiper; [7] G. P. Kuiper; [9A, B] Patrick Moore Collection. **216–17** [Key] Source unknown; [5] Hale Observatories, Mount Wilson and Palomar; [6] E. E.

هيئة تحرير
بهجة المعرفة
تتوجه بالشكر إلى :

Nicolas Bentley
Bill Borchard
Adrianne Bowles
Yves Boisseau
Irv Braun
Theo Bremer
the late Dr Jacob Bronowski
Sir Humphrey Browne
Barry and Helen Cayne
Peter Chubb
William Clark
Sanford and Dorothy Cobb
Alex and Jane Comfort
Jack and Sharlie Davison
Manfred Denneler
Stephen Elliott
Stephen Feldman
Orsola Fenghi
Professor Richard Gregory
Dr Leo van Grunsven
Jan van Gulden
Graham Hearn
the late Raimund von Hofmansthal
Dr Antonio Houaiss
the late Sir Julian Huxley
Alan Isaacs
Julie Lansdowne
Professor Peter Lasko
Andrew Leithead
Richard Levin
Oscar Lewenstein
The Rt Hon Selwyn Lloyd
Warren Lynch
Simon macLachlan
George Manina
Stuart Marks
Bruce Marshall
Francis Mildner
Bill and Christine Mitchell
Janice Mitchell
Patrick Moore
Mari Pijnenborg
the late Donna Dorita de Sa Putch
Tony Ruth
Dr Jonas Salk
Stanley Schindler
Guy Schoeller
Tony Schulte
Dr E. F. Schumacher
Christopher Scott
Anthony Storr
Hannu Tarmio
Ludovico Terzi
Ion Trewin
Egil Tveteras
Russ Voisin
Nat Wartels
Hiroshi Watanabe
Adrian Webster
Jeremy Westwood
Harry Williams
the dedicated staff of MB Encyclopaedias who created this *Library* and of MB Multimedia who made the IVR Artwork Bank.

الصور :

Every endeavour has been made to trace copyright holders of photographs appearing in *The Joy of Knowledge*. The publishers apologize to any photographers or agencies whose work has been used but has not been listed below.

Credits are listed in this manner: [1] page numbers appear first, in bold type; [2] illustration numbers appear next, in brackets, [3] photographers' names appear next, followed where applicable by the names of the agencies representing them.

16–17 Adam Woolfitt/Susan Griggs Picture Agency. **18** Fritz Goro/T.L.P.A. © Times Inc 1976/Colorific; **19** Paul Brierley. **20–1** [3A] Spectrum Colour Library; [3B] Spectrum Colour Library; [5] Spectrum Colour Library; [6] Michael Holford; [7] Ronan Picture Library. **22–3** [4A] Ronan Picture Library. **24–5** [Key] Ronan Picture Library/Royal Astronomical Society; [1A] Trustees of the British Museum; [1B] Ronan Picture Library/E. P. Goldschmidt & Co Ltd; [1C] Ronan Picture Library; [5A] Ronan Picture Library/Royal Astronomical Society; [5B, 6A, B] Ronan Picture Library. **26–7** [Key] Paul Brierley; [1] Mary Evans Picture Library; [2] Anthony Howarth/Susan Griggs Picture Agency; [5] Ken Lambert/Bruce Coleman Ltd; [7] Cooper Bridgeman Library; [8] David Levin. **28–9** [Key] Hans Schmid/ZEFA; [4] Gerry Cranham; [8] Barnabys Picture Library; [9] David Levin. **30–1** [Key] Sally & Richard Greenhill; [2] David Levin; [4] Mansell Collection; [6A] David Levin; [9A] Racing Information Bureau; [9B] IBM. **32–3** [Key] Dr D. E. H. Jones; [1A] Dr D. E. H. Jones; [1B] Dr D. E. H. Jones; [1C] Paul Brierley; [2] Paul Brierley; [4] Fritz Goro/T.L.P.A. © Time Inc 1976/Colorific; [6] Dr D. E. H. Jones; [7] Photri. **34–5** [Key] Spectrum Colour Library; [3] David Levin; [7] David Levin. **36–7** [Key] Dr D. E. H. Jones; [5] Dr D. E. H. Jones. **38–9** [Key] Paul Brierley; [2] Spectrum Colour Library; [5] David Levin; [6A] David Levin; [6B] David Levin; [7] David Levin. **40–1** [Key] Pictor; [1A] David Levin; [8A] Barnabys Picture Library. **42–3** [Key] The Royal Institution; [1] Dr D. E. H. Jones; [3] Dr D. E. H. Jones; [4B] Spectrum Colour Library; [5] Dr D. E. H. Jones; [6B] ZEFA. **44–5** [Key] Dr D. E. H. Jones; [7] Dr D. E. H. Jones. **46–7** [Key] Art & Antiques Weekly; [8A] David Levin; [8B] Brian Coates/Bruce Coleman Ltd. **48–9** [Key] Institute of Electrical & Electronics Engineers Inc; [5] Dr D. E. H. Jones; [7] Dr D. E. H. Jones; [8] Dr D. E. H. Jones; [10] William MacQuitty. **50–1** [Key] R. K. Pilsbury/Bruce Coleman Ltd; [4] Ron Boardman; [5] Escher Foundation, The Hague; [6A] David Strickland; [8A] Spectrum Colour Library. **52–3** [Key] Dr D. E. H. Jones; [7] Dieter Buslau/*Construction News*. **54–5** [Key A] National Gallery; [Key B] National Gallery. **56–7** [Key] Paul Brierley/S.T.L. Research; [7] Barnabys Picture Library. **58–9** [Key] David Levin; [5] David Strickland. **60–1** [Key] Photri; [2] CERN; [3] Dr A. M. Field, Virus Reference Laboratory, Colindale; [4] Spectrum Colour Library; [5] Scala; [6] Spectrum Colour Library; [7] Photri. **62–3** [1] C. M. Dixon; [2] Ron Boardman; [5] Ronan Picture Library; [6] Solvay & Cie; [7] Popperfoto; [9] Bettmann Archive. **64–5** [Key] Photri; [1] Spectrum Colour Library; [2] Spectrum Colour Library; [3] Ronan Picture Library; [4A] Ronan Picture Library; [4B] Cavendish Laboratory/ Cambridge University; [7] Science Museum; [8] UK Atomic Energy Authority. **66–7** [1] F. Rust/ZEFA; [2] David Levin; [3] International Society for Educational Information, Tokyo; [4] American History Picture Library; [6E] Photri; [8] Photri. **68–9** [Key] Photri; [1] Photri; [2] David Levin; [3] Photri; [5] Photri; [6] David Levin; [7] ZEFA. **70–1** [Key] John Walmsley; [3] Spectrum Colour Library; [5D] London Transport Executive; [6] David Strickland. **72–3** [3] Photri; [5D] David Levin. **74–5** [Key] Spectrum

Christopher Cviic BA(Zagreb), BSc(Econ, London); Gordon Daniels BSc(Econ, London), DPhil(Oxon); George Darby BA; G.J. Darwin; Dr David Delvin; Robin Denselow BA; Professor Bernard L. Diamond; John Dickson; Paul Dinnage MA; M.L. Dockrill BSc(Econ), MA, PhD; Patricia Dodd BA; James Dowdall; Anne Dowson MA(Cantab); Peter M. Driver BSc, PhD, MIBiol; Rev Professor C.W. Dugmore DD; Herbert L. Edlin BSc, Dip in Forestry; Pamela Egan MA(Oxon); Major S.R. Elliot CD, BComm; Professor H.J. Eysenck PhD, DSc; Dr Peter Fenwick BA, MB, BChir, DPM, MRCPsych; Jim Flegg BSc, PhD, ARCS, MBOU; Andrew M. Fleming MA; Professor Antony Flew MA(Oxon), DLitt (Keele); Wyn K. Ford FRHistS; Paul Freeman DSc(London); G.S.P. Freeman-Grenville DPhil, FSA, FRAS, G.E. Fussell DLitt, FRHistS; Kenneth W. Gatland FRAS, FBIS; Norman Gelb BA; John Gilbert BA(Hons, London); Professor A.C. Gimson; John Glaves-Smith BA; David Glen; Professor S.J. Goldsack BSc, PhD, FINSTP, FBCS; Richard Gombrich MA, DPhil; A.F. Gomm; Professor A. Goodwin MA; William Gould BA(Wales); Professor J.R. Gray; Christopher Green PhD; Bill Gunston; Professor A. Rupert Hall LittD; Richard Halsey BA(Hons, UEA); Lynette K. Hamblin BSc; Norman Hammond; Peter Harbison MA, DPhil; Professor Thomas G. Harding PhD; Professor D.W. Harkness; Richard Harris; Dr Randall P. Harrison; Cyril Hart MA, PhD, FRICS, FIFor; Anthony P. Harvey; Nigel Hawkes BA(Oxon); F.P. Heath; Peter Hebblethwaite MA (Oxon), LicTheol; Frances Mary Heidensohn BA; Dr Alan Hill MC, FRCP; Robert Hillenbrand MA, DPhil; Catherine Hills PhD; Professor F.H. Hinsley; Dr Richard Hitchcock; Dorothy Hollingsworth OBE, BSc, FRIC, FIBiol,

FIFST, SRD; H.P. Hope BSc(Hons, Agric); Antony Hopkins CBE, FRCM, LRAM, FRSA; Brian Hook; Peter Howell BPhil, MA(Oxon); Brigadier K. Hunt; Peter Hurst BDS, FDS, LDS, RSCEd, MSc(London); Anthony Hyman MA, PhD; Professor R.S. Illingworth MD, FRCP, DPH, DCH; Oliver Impey MA, DPhil; D.E.G. Irvine PhD; L.M. Irvine BSc; E.W. Ives BA, PhD; Anne Jamieson cand mag(Copenhagen), MSc (London); Michael A. Janson BSc; G.H. Jenkins PhD; Professor P.A. Jewell BSc (Agric), MA, PhD. FIBiol; Hugh Johnson; Commander I.E. Johnston RN; I.P. Jolliffe BSc, MSc, PhD, ComplCE, FGS; Dr D.E.H. Jones ARCS, FCS; R.H. Jones PhD, BSc, CEng, MICE, FGS, MASCE, Hugh Kay; Dr Janet Kear; Sam Keen; D.R.C. Kempe BSc, DPhil, FGS; Alan Kendall MA (Cantab); Michael Kenward; John R. King BSc(Eng), DIC, CEng, MIProdE; D.G. King-Hele FRS; Professor J.F. Kirkaldy DSc; Malcolm Kitch; Michael Kitson MA; B.C. Lamb BSc, PhD; Nick Landon; Major J.C. Larminie QDG, Retd; Diana Leat BSc(Econ), PhD; Roger Lewin BSc, PhD, Harold K. Lipset; Norman Longmate MA(Oxon); John Lowry; Kenneth E. Lowther MA; Diana Lucas BA(Hons); Keith Lye BA, FRGS; Dr Peter Lyon; Dr Martin McCauley; Sean McConville BSc; D.F.M. McGregor BSc, PhD(Edin); Jean Macqueen PhD; William Baird MacQuitty MA(Hons), FRGS, FRPS; Professor Rev F.X. Martin OSA; Jonathan Martin MA; Rev Cannon E.L. Mascall DD; Christopher Maynard MSc, DTh; Professor A.J. Meadows; Dr T.B. Millar; John Miller MA, PhD; J.S.G. Miller MA, DPhil, BM, BCh; Alaric Millington BSc, DipEd, FIMA; Rosalind Mitchison MA, FRHistS; Peter L. Moldon; Patrick Moore OBE; Robin Mowat MA, DPhil; J. Michael Mullin BSc; Alistair Munroe BSc, ARCS; Professor Jacob Needleman; John Newman MA, FSA; Professor Donald M. Nicol MA PhD; Gerald Norris; Professor F.S. Northedge PhD; Caroline E. Oakman BA(Hons. Chinese); S. O'Connell MA(Cantab), MInstP; Dr Robert Orr; Michael Overman; Di Owen BSc; A.R.D. Pagden MA, FRHistS; Professor E.J. Pagel PhD; Liam de Paor MA; Carol Parker BA(Econ), MA (Internat. Aff.); Derek Parker; Julia Parker DFAstrolS; Dr Stanley Parker; Dr Colin Murray Parkes MD, FRC(Psych), DPM; Professor Geoffrey Parrinder MA, PhD, DD(London), DLitt(Lancaster); Moira Paterson; Walter C. Patterson MSc; Sir John H. Peel KCVO, MA, DM, FRCP, FRCS, FRCOG; D.J. Penn; Basil Peters MA. MInstP, FBIS; D.L. Phillips FRCR, MRCOG; B.T. Pickering PhD, DSc; John Picton; Susan Pinkus; Dr C.S. Pitcher MA, DM, FRCPath; Alfred Plaut FRCPsych; A.S. Playfair MRCS, LRCP, DObstRCOG; Dr Antony Polonsky; Joyce Pope BA; B.L. Potter NDA, MRAC, CertEd; Paulette Pratt; Antony Preston Frank J. Pycroft; Margaret Quass; Dr John Reckless; Trevor Reese BA, PhD, FRHistS; M.M. Reese MA (Oxon); Derek A. Reid BSc, PhD; Clyde Reynolds BSc; John Rivers; Peter Roberts; Colin A. Ronan MSc, FRAS; Professor Richard Rose BA(Johns Hopkins), DPhil (Oxon); Harold Rosenthal; T.G. Rosenthal MA(Cantab); Anne Ross MA, MA(Hons, Celtic Studies), PhD, (Archaeol and Celtic Studies, Edin); Georgina Russell MA; Dr Charles Rycroft BA (Cantab), MB(London), FRCPsych; Susan Saunders MSc(Econ); Robert Schell PhD; Anil Seal MA, PhD(Cantab); Michael Sedgwick MA(Oxon); Martin Seymour-Smith BA(Oxon), MA(Oxon); Professor John Shearman; Dr Martin Sherwood; A.C. Simpson BSc; Nigel Sitwell; Dr Alan Sked; Julie and Kenneth Slavin FRGS, FRAI; Professor T.C. Smout; Alec Xavier Snobel BSc(Econ); Terry Snow BA, ATCL; Rodney Steel; Charles S. Steinger MA, PhD; Geoffrey Stern BSc(Econ); Maryanne Stevens BA(Cantab), MA(London); John Stevenson DPhil, MA; J. Sidworthy MA; D. Michael Stoddart BSc, PhD; Bernard Stonehouse DPhil, MA, BSc, MInstBiol; Anthony Storr FRCP, FRCPsych;

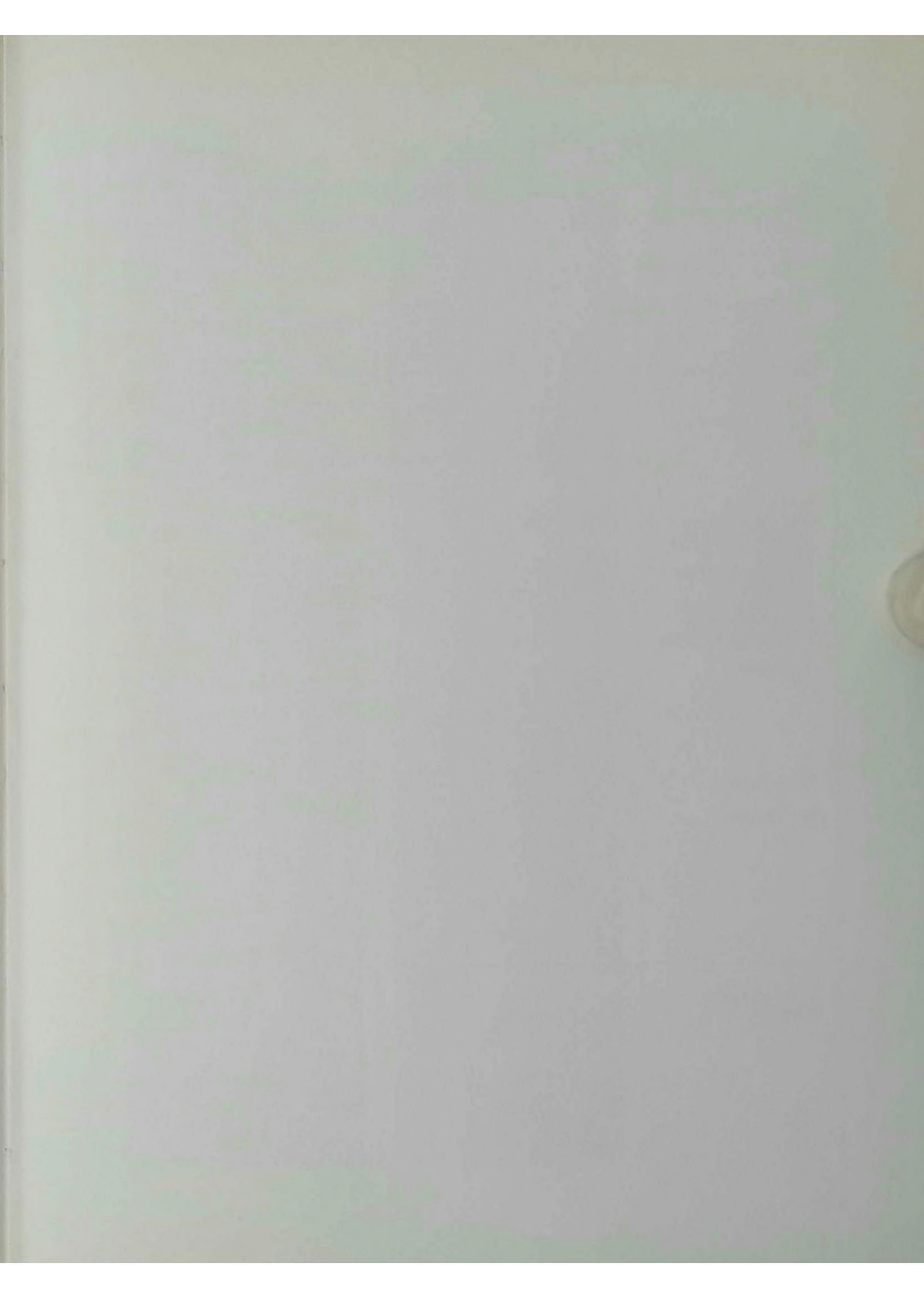
Richard Storry; Charles Stuart-Jervis; Professor John Taylor; John W.R. Taylor FRHistS, MRAeS. FSLAET; R.B. Taylor BSc(Hons, Microbiol); J. David Thomas MA, PhD; D. Thompson BSc(Econ); Harvey Tilker PhD; Don Tills PhD, MPhil, MIBiol, FIMLS; Jon Tinker; M. Tregear MA; R.W. Trender; David Trump MA, PhD, FSA; M.F. Tuke PhD; Christopher Tunney MA; Laurence Urdang Associates (authentication and fact check); Sally Walters BSc; Christopher Wardle; Dr D. Washbrook; David Watkins; George Watkins MSc; J.W.N. Watkins; Anthony J. Watts; Dr Geoff Watts; Melvyn Westlake; Anthony White MA(Oxon), MAPhil(Columbia); Dr Ruth D. Whitehouse; P.J.S. Whitmore MBE, PhD; Professor G.R. Wilkinson; Rev H.A. Williams CR; Christopher Wilson BA; Professor David M. Wilson; John B. Wilson BSc, PhD, FGS, FLS; Philip Windsor BA, DPhil(Oxon), Roy Wolfe BSc(Econ), MSc; Donald Wood MA PhD, Dr David Woodings MA, MRCP, MRCPath; Bernard Yallop PhD, BSc, ARCS, FRAS Professor John Yudkin MA, MD, PhD(Cantab), FRIC, FIBiol, FRCP.

هيئة تحرير بهجة المعرفة :

Editorial Director	**Frank Wallis**
Creative Director	**Ed Day**
Project Director	**Harold Bull**
Volume editors	
Science and The Universe	John Clark Lawrence Clarke
The Natural World	Ruth Binney
The Physical Earth	Erik Abranson Dougal Dixon
Man and Society	Max Monsarrat
History and Culture 1 & 2	John Tusa Roger Hearn
Time Chart	Jane Kenrick
Man and Machines	John Clark
Fact Index	Stephen Elliott Stanley Schindler John Clark
Art Director	Rod Stribley
Production Editor	Helen Yeomans
Assistant to the Project Director	Graham Darlow
Associate Art Director	Anthony Cobb
Art Buyer	Ted McCausland
Co-editions Manager	Averil Macintyre
Printing Manager	Bob Towell
Information Consultant	Jeremy Weston
Sub-Editors	Don Binney Arthur Butterfield Charyn Jones Jenny Mulherin Shiva Naipaul David Sharpe Jack Tresidder
Proof-Readers	Jeff Groman Anthony Livesey
Researchers	Peter Furtado Malcolm Hart Peter Kilkenny Ann Kramer Lloyd Lindo Heather Maisner Valerie Nicholson Elizabeth Peadon John Smallwood Jim Somerville
Senior Designer	Sally Smallwood
Designers	Rosamund Briggs Mike Brown Lynn Cawley Nigel Chapman Pauline Faulks Nicole Fothergill Juanita Grout Ingrid Jacob Carole Johnson Chrissie Lloyd Aean Pinheiro Andrew Sutterby
Senior Picture Researchers	Jenny Golden Kate Parish
Picture Researchers	Phyllida Holbeach Philippa Lewis Caroline Lucas Ann Usborne
Assistant to the Editorial Director	Judy Garlick
Assistant to the Section Editors	Sandra Creese
Editorial Assistants	Joyce Evison Miranda Grinling
Production Controllers	Jeremy Albutt John Olive Anthony Bonsels
Production Assistants	Nick Rochez John Swan

ساهم في إعداد بهجة المعرفة :

Fabian Acker CEng, MIEE, MIMarE; Professor Leslie Alcock; Professor H.C. Allen MC; Leonard Amey OBE; Neil Ardley BSc; Professor H.R.V. Arnstein DSc, PhD, FIBiol; Russell Ash BA(Dunelm), FRAI; Norman Ashford PhD, CEng, MICE, MASCE, MCIT; Professor Robert Ashton; B.W. Atkinson BSc, PhD; Anthony Atmore BA; Professor Philip S. Bagwell BSc(Econ), PhD; Peter Ball MA; Edwin Banks MIOP; Professor Michael Banton; Dulan Barber; Harry Barrett; Professor J.P Barron MA, DPhil, FSA; Professor W.G. Beasley FBA; Alan Bender PhD, MSc, DIC, ARCS; Lionel Bender BSc; Israel Berkovitch PhD, FRIC, MIChemE; David Berry MA; M.L. Bierbrier PhD; A.T.E. Binsted FBBI (Dipl); David Black; Maurice E.F. Block BA, PhD(Cantab); Richard H. Bomback BSc (London), FRPS; Basil Booth BSc (Hons), PhD, FGS, FRGS; J. Harry Bowen MA(Cantab), PhD(London); Mary Briggs MPS, FLS; John Brodrick BSc(Econ); J.M. Bruce ISO, MA, FRHistS, MRAeS; Professor D.A. Bullough MA, FSA, FRHistS; Tony Buzan BA(Hons) UBC; Dr Alan R. Cane; Dr J.G. de Casparis; Dr Jeremy Catto MA; Denis Chamberlain; E.W. Chanter MA; Professor Colin Cherry D Sc(Eng), MIEE; A.H. Christie MA, FRAI, FRAS; Dr Anthony W. Clare MPhil(London), MB, BCh, MRCPI, MRCPsych; Professor Aidan Clarke MA, PhD, FTCD; Sonia Cole; John R. Collis MA, PhD; Professor Gordon Connell-Smith BA, PhD, FRHistS; Dr A.H. Cook FRS; Professor A.H. Cook FRS; J.A.L. Cooke MA, DPhil; R.W. Cooke BSc, CEng, MICE; B.K. Cooper; Penelope J. Corfield MA; Robin Cormack MA, PhD, FSA; Nona Coxhead; Patricia Crone BA, PhD; Geoffrey P. Crow BSc(Eng), MICE, MIMunE, MInstHE, DIPTE; J.G. Crowther; Professor R.B. Cundall FRIC; Noel Currer-Briggs MA, FSG;



الشركة العامة للنشر والتوزيع والاعلان

الجماهيرية العربية الليبية الشعبية الاشتراكية
طرابلس

PRINTED IN ITALY
30/1/1980
POLIGRAFICI EDITORIALI S.P.A.
OFFICINE GRAFICHE
BOLOGNA